

**Beiträge zur Abgrenzung
und Differenzierung des Berggebietes
mit quantitativen Methoden**

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG
DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE
vorgelegt der
PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT II
DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

von

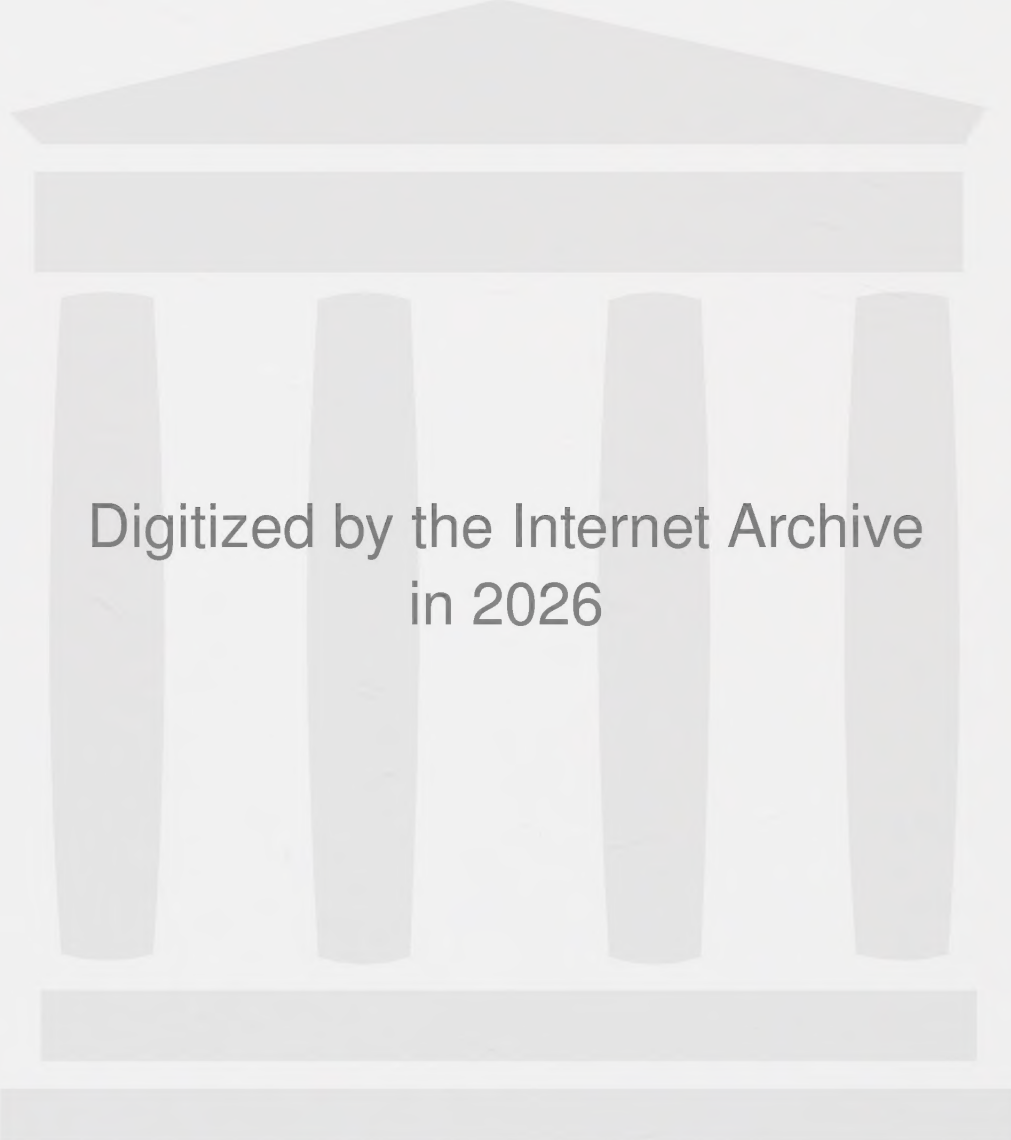
WERNER MÖRGELI
von Winterthur (Kt. Zürich)

Begutachtet von den Herren
P.D. Dr. A. Kilchenmann
und Prof. Dr. H. Boesch



Juris Druck + Verlag Zürich

1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507210_0044

**Beiträge zur Abgrenzung
und Differenzierung des Berggebietes
mit quantitativen Methoden**

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG
DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

vorgelegt der
PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT II
DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

von

WERNER MÖRGELI
von Winterthur (Kt. Zürich)

Begutachtet von den Herren
P.D. Dr. A. Kilchenmann
und Prof. Dr. H. Boesch



Juris Druck + Verlag Zürich
1973



ISBN 3 260 03520 6

VORWORT

Diese Arbeit entstand in den Jahren 1969-72 am Geographischen Institut Zürich unter der Leitung von PD Dr. A. Kilchenmann. Für seine guten Ratschläge sowie vor allem dafür, dass er mich in die Methodik und Auswertung der quantitativen Analysen eingeführt hat, danke ich ihm an dieser Stelle ganz herzlich.

Zu Dank verpflichtet bin ich meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. H. Boesch, Direktor des Geographischen Institutes, für sein stetiges Interesse am Fortgang der Arbeit, seine Anregungen und die Zeit, die er mir für die Durchführung dieser Arbeit während meiner Assistenzzeit zur Verfügung gestellt hat.

Dank gebührt auch Herrn Prof. Dr. G. Furrer für seine Diskussionen, welche für mich manchen wertvollen Hinweis ergaben.

Ebenso verpflichtet fühle ich mich gegenüber den Leuten vom Rechenzentrum der Universität Zürich, insbesondere den Herren Köpfler, Dunkel, Rüesch und Brand für ihre Beratung in Programmierfragen und ihre speditive Arbeit am Computer.

Zürich, im Dezember 1972

Werner Mörgeli

INHALTSVERZEICHNIS

I. Teil	1
A) Einleitung	1
1. Sinn und Zielsetzung	1
2. Zum Begriff des Bergcharakters	1
3. Das Untersuchungsgebiet	2
B) Die bestehenden Abgrenzungen und Differenzierungen des landwirtschaftlichen Berggebietes	3
II. Teil	7
A) Die Faktorenanalyse	7
B) Die Distanzgruppierung	11
C) Die Diskriminanzanalyse	13
D) Die Diskriminanzfaktorenanalyse	14
III. Teil	17
A) Erste Abgrenzung des Berggebietes (mittels der Faktorenanalyse)	17
1. Gedanken zur Skalenbildung	17
2. Wahl der statistischen Einheit und der Variablen	18
3. Der Bergfaktor aus der Hauptachsenanalyse	22
4. Erste Abgrenzung des Berggebietes	24
B) Zweite Berggebietsabgrenzung (mittels Diskriminanzfaktorenanalyse)	34
1. Die Faktorenstrukturen	34
2. Regionalisierung mit einer mehr auf die Landwirtschaftsstruktur verlagerten Basis und deren Differenzierung gegen die erste Berggebietsabgrenzung	38
3. Kann auch der zweite Faktor noch Berginformation enthalten?	42
4. Der erste Diskriminanzfaktor als Mass für die Berggebietszugehörigkeit	42
5. Neue Abgrenzung des Berggebietes und deren Differenzierung gegen die erste Abgrenzung	47
C) Dritte Berggebietsabgrenzung (bei erweitertem Datenmaterial)	52
1. Erweiterung des Datenmaterials	52
2. Regionalisierung mit einer erweiterten und verlagerten Informationsbasis und deren Differenzierung gegen die erste Berggebietsabgrenzung	52
3. Berggebietsabgrenzung mit dem neuen ersten Diskriminanzfaktor	60

D) Schlussbetrachtung	65
IV. Teil	66
Zusammenfassung	66
Literaturverzeichnis	68

I. TEIL

A) EINLEITUNG

1. SINN UND ZIELSETZUNG

Die zunehmende Quantifizierung und Computerisierung fast aller Wissensgebiete hat auch vor der Geographie nicht Halt gemacht. In einem ihrer Teilgebiete — der Quantitativen Geographie — geht es unter anderem darum, statistische Verfahren, die teilweise aus anderen Wissensgebieten stammen, anzuwenden und auszuprobieren.

Mit einer Klassifikationsmethode, die im deutschen Sprachraum besonders von Steiner (1965) und Kilchenmann (1968, 1970) verwendet wurde, sollen verschiedene Regionalisierungen ausgeführt werden, die auf den Bergcharakter ausgerichtet sind. Mit dem verschiedenartigen Erfassen des Bergcharakters sollen nicht nur methodische Versuche im Vordergrund stehen, sondern soll gleichzeitig auch sein Wesen näher beleuchtet werden; zwei Ziele werden demzufolge miteinander angesteuert.

Das Beispiel einer Abgrenzung und Differenzierung des Berggebietes wurde gewählt, weil als Vergleichsgrundlage bereits zwei mit traditionellen Methoden vollzogene Abgrenzungen bestehen, die beide eine weitreichende Bedeutung in der schweizerischen Landwirtschaft erhalten haben. Diese für einen ganz bestimmten Zweck konzipierten (bestehenden) Abgrenzungen des Berggebietes dienen als lose Vergleichsgrundlagen.

2. ZUM BEGRIFF DES BERGCHARAKTERS

Definitionen des Berggebietsbegriffs sind in der Literatur nur vereinzelt anzutreffen. Flückiger (1970), Gesamtbericht: (S. 30) schreibt über ihn folgendes:

Hinter dem Begriff "Berggebiet" stehen unzählige Vorstellungen und Definitionen. Der Begriff wurde dadurch strapaziert, und korrekterweise dürfte man heute nicht mehr vom Berggebiet sprechen, sondern man müsste zugleich festhalten, welches Berggebiet gemeint ist. Im allgemeinen Sprachgebrauch verwendet man den Begriff meist im Zusammenhang mit einer näheren Beziehung und spricht

dann von Berggemeinden, Bergtälern, Bergkantonen usw. Verschiedene Kriterien dürften bei einer solchen Einstufung mitberücksichtigt werden, z.B.: Lage im Alpengebiet, kleine Einwohnerzahlen, geringe Bevölkerungsdichte, schlechte Wegerschliessung, grosse Distanzen zwischen den Gemeinden, topographische Gestaltung des Gebietes, extreme klimatische Verhältnisse usw. Alle diese Faktoren spielen einzeln gesehen noch keine Rolle; erst beim Zusammentreffen verschiedener Merkmale wird man von Berggebieten sprechen.

Die Unbestimmtheit des Berggebietsbegriffs wird auch augenscheinlich, wenn man die Auswahl der Merkmale für die Berggebietsabgrenzungen in unsern Nachbarstaaten vergleicht (siehe: Verband der europäischen Landwirtschaft, CEA; 11. Arbeitstagung, Krems 1971).

Der Bergcharakter gehört somit zu jenen häufig gebrauchten, aber unscharf definierten Begriffen wie Verstädterung, Ueberbevölkerung oder Lebensstandard. Boesch (1970) weist darauf hin, dass sich ihr Mangel einer eindeutigen Definition besonders dann bemerkbar macht, wenn es in einer wissenschaftlichen Arbeit wie in unserem Falle darum geht, für verschiedene Objekte ein vergleichbares Mass zu finden. Van Maelen (1971) zeigt in seiner Arbeit, die einige praktische Bedeutung erlangt hat, wie man beim Bearbeiten eines derartigen relativen Begriffs auch mit statistischen Methoden nach einer geeigneten Lösung suchen muss. Der Vollzug einer Regionalisierung selbst mit diesen Methoden bietet keine Gewähr für eine Patentlösung.

Diese Arbeit wird sich nur auf die formale Betrachtungsrichtung des Berggebietsbegriffs beschränken; dies wird deshalb betont, da die Bezeichnung Region sowohl für funktionale Räume wie für homogene Struktureinheiten verwendet wird. Einen Hinweis, wie die beiden Betrachtungsrichtungen "Formal" und "Funktional" in die Methode integriert werden könnten, gibt Berry (1966 und 1968).

3. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Eine Berggebietsabgrenzung für die ganze Schweiz auszuführen, wäre im Rahmen einer Dissertation viel zu aufwendig und wegen Speicherknappheit im Computer praktisch unausführbar gewesen, daher galt es sich auf ein Testgebiet zu beschränken. Es wurde ein Ausschnitt gewählt, der etwa zu gleichen Teilen aus Berggebiet und Tiefland besteht. Dem Untersuchungsgebiet gehören sämtliche Gemeinden der beiden Halbkantone Appenzell, ferner der nördlich des Seeztales gelegene Hauptteil

des Kantons St. Gallen, die zürcherischen Bezirke Hinwil, Pfäffikon und Winterthur, sowie der Südzipfel des Kantons Thurgaus an.

B) DIE BESTEHENDEN ABGRENZUNGEN UND DIFFERENZIERUNGEN DES LANDWIRTSCHAFTLICHEN BERGGEBIETES

Die Probleme der Berggebiete entstehen aus ihrer schlechteren Eignung in fast jedem wirtschaftlichen Tätigkeitsbereich und dem dadurch härteren, vorwiegend landwirtschaftlichen Existenzkampf ihrer Bewohner. Dessen Auswirkungen sind mannigfaltig, äussern sich jedoch besonders deutlich in der zunehmenden relativen Entvölkerung und der damit verbundenen nachteiligen sozialen Umstrukturierung der Bevölkerung. Die Benachteiligung der Berggebiete ist heute so vielschichtig (siehe Flückiger (1970)), dass sie nicht nur im physisch-geographischen Bereich liegt, obwohl sie letztlich auf ihn zurückzuführen ist.

Um der dadurch hervorgerufenen Entvölkerung entgegenzuwirken, unterstützt der Bund die Bevölkerung. Die ersten gezielten Massnahmen für die Berglandwirtschaft gehen auf die Zeit kurz nach dem ersten Weltkrieg zurück. Dabei erhob sich erstmals die Frage, welche Gebiete denn eigentlich zum Berggebiet gezählt werden müssen. Die folgenden Aussagen über die bestehenden Berggebietsgrenzen stützen sich auf Neuenschwander (1963):

Vorerst behalf man sich mit der 800 Meter-Isohypse als Grenze; die Gebiete über 800 Meter über Meer wurden zum Berggebiet gerechnet. Die praktische Anwendung dieser rein höhenbedingten Grenze zeigte jedoch bald die damit verbundenen Ungerechtigkeiten auf. Eine Neuabgrenzung wurde immer notwendiger. Deshalb erhielt im Jahre 1944 das Büro des landwirtschaftlichen Produktionskatasters den Auftrag, das Berggebiet verfeinert abzugrenzen.

Die Verfeinerung des Abgrenzungskriteriums bestand darin, dass nicht nur die Höhenlage, sondern auch die ungünstigen klimatischen Verhältnisse, die schlechtere Verkehrslage und die ausgeprägtere Oberflächengestaltung berücksichtigt wurden.

Die Abgrenzung erfolgte durch die Inspektionsmethode. Als erstes bestimmte man mehrere typische Berggemeinden und mehrere Gemeinden, die nicht mehr als solche betrachtet werden können, als Prototypen. Anhand dieser wurden nun sämtliche Gemeinden der Schweiz durch Vergleich entweder dem Berggebiet oder dem "Talgebiet" zugeordnet. Die Beurteilung des Klimas, der Verkehrslage und der Steilheit des Geländes erfolgte teilweise intuitiv.

Ursprünglich schied man die Berggebiete anhand der politischen Gemeinden aus. Nur im Grenzgebiet wurde nachträglich eine grobe Unterscheidung der Gemeindeteile vorgenommen und die restlichen noch zweifelhaften Betriebe einzeln untersucht. Im Jahre 1947 waren die Untersuchungen abgeschlossen. Diese Grenzziehung führte zu zahlreichen Rekursbegehren von Gemeinden und Betrieben, die von einer dazu geschaffenen Rekurskommission behandelt wurden. Das erforderte im Grenzgebiet einige Korrekturen.

Diese Grenze, nicht im Hinblick auf gezielte Massnahmen, sondern generell zu Vergünstigungen für das Berggebiet erstellt, wurde als Standardgrenze bezeichnet.

Aus demselben Grund forderten andererseits vor allem die Viehzuchtverbände eine weitere, mehr viehwirtschaftlich orientierte Abgrenzung und Differenzierung des Berggebietes. Das Büro des landwirtschaftlichen Produktionskatasters erhielt deshalb den Auftrag, neben der Standardgrenze eine Abgrenzung mit einem erweiterten Kriterium auszuführen.

Die Aufgabe wurde diesmal mit der objektiveren Punktmethode angefasst. Natürliche Beschaffenheit, Produktionsrichtung, Besitzes-, Produktions- sowie Absatzverhältnisse hiessen die Faktoren, die berücksichtigt werden sollten. Aus ihnen wurden die folgenden Merkmalsgruppen bestimmt, auf denen der "Schlüssel" aufgebaut wurde:

1. Natürliche Faktoren

1. Höhenlage des Kulturlandes (ohne Weiden)
2. Exposition
3. Neigung
4. Temperatur
5. Niederschläge

6. Boden
7. Vegetationsdauer
8. Anbauarten
9. Anteil der optimalen Anbaufläche

II. Produktionsrichtung

10. Anteil der Kühe am Gesamtviehbestand
11. Anteil der gealpten Kühe am Kuhbestand

III. Besitzes-, Produktions- und Absatzverhältnisse

12. Viehzahl je Viehbesitzer
13. Absatzverhältnisse für Milch
14. Verkehrslage zu den nächsten Zucht- und Viehmärkten
15. Verkehrslage des Marktes beziehungsweise der Station zum Hauptabsatzgebiet für Zucht- und Nutzvieh

Die Bewertung der einzelnen Merkmale fand anhand des für jede Gemeinde zur Verfügung stehenden Landwirtschaftlichen Produktionskatasters statt. Dieser stellt eine Sammlung der wichtigsten Angaben in teils quantitativer und teils qualitativer Form über die Produktionsmöglichkeiten einer Gemeinde dar.

Mit obigen Merkmalen sollten vor allem die unterschiedlichen Produktionsmöglichkeiten innerhalb des Berggebietes stärker beachtet werden, und zwar derart, dass dieses in drei Zonen mit je ungefähr gleich vielen Landwirtschaftsbetrieben aufgeteilt werden sollte. Damit sich eine solche Unterteilung aus der Punktmethode ergab, sah man sich gezwungen, die Punktzahlen der Merkmale Höhenlage, Vegetationsdauer, Anbauarten, Anteil der Kühe am Gesamtviehbestand und Anteil der gealpten Kühe am Kuhbestand doppelt zu werten.

Die Regionalisierung wurde mit den ganzen Gemeinden vollzogen. Erst nachträglich beurteilte man, wegen der sich ergebenden grossen Unausgeglichenheiten, in den Grenzgebieten auch die Betriebe. Die heute festgelegten Grenzen verlaufen daher zum Teil durch den Gemeindebann. Verschiedene Gemeinden haben also Anteil an mehreren Zonen. Die bestehende Grenzziehung ist als endgültig zu betrachten, da die auf vernünftigen Grenzen abzielenden Korrekturen als abgeschlossen gelten.

Ein Vergleich der Abgrenzung des Berggebietes durch die Standardgrenze mit derjenigen des Viehwirtschaftskatasters zeigt, dass die beiden im grossen ganzen übereinstimmen. In jedem Falle eines unterschiedlichen Verlaufes reicht jedoch das Berggebiet des Viehwirtschaftskatasters weiter ins Tiefland hinunter. Damit wurde versucht, einige bei der Standardgrenze eher zu kurz gekommene Gemeinden etwas zu entschädigen.

II. TEIL

In diesem Theorieteil werden die statistischen Verfahren, die zum Teil schon recht häufig verwendet wurden, relativ ausführlich besprochen. Damit soll einmal bezweckt werden, dass einige in der Arbeit wiederholt gebrauchte Bezeichnungen auch dem weniger vertrauten Leser bekannt werden. Ferner sollen dadurch auch die Unterschiede und Ähnlichkeiten zwischen den Verfahren betont werden.

A) DIE FAKTORENANALYSE

Die Faktorenanalyse ist ein Verfahren, das aus einer vorgegebenen Datenmatrix mit m Variablen zu je n Beobachtungen gemeinsame oder ähnliche Information auf einige wenige, sogenannte höhere Dimensionen oder Faktoren zusammenfasst. Sie wird im Zusammenhang mit folgenden drei Aufgabenstellungen verwendet:

1. Aufdecken der grundlegenden Struktur (Dimensionen, Faktoren) eines unbekannten komplexen Systems (Intelligenz, eines Wirtschaftsgefüges).
2. Schätzen von nicht direkt messbaren Grössen (z.B. Verstädterung)
3. Reduktion und/oder Orthogonalisierung einer Datenmatrix.

Bei Regionalisierungsuntersuchungen spielen meistens alle drei Punkte eine mehr oder weniger bedeutende Rolle. In dieser Arbeit wird Punkt zwei im Vordergrund stehen.

Voraussetzung für eine Faktorenanalyse sind standardisierte und möglichst normalverteilte Variablen. Die Faktorenanalyse baut auf der Korrelationsrechnung auf. Der Korrelationskoeffizient zwischen zwei Variablen ist ein Mass für die Straffheit ihres Zusammenhanges. Er kann Werte zwischen $+1$ und -1 annehmen. Ist er null, besteht keine Beziehung zwischen den Variablen, ist er $+1$ oder -1 , eine lineare. Bei standardisierten Variablen berechnet er sich aus der Formel.

$$r_{j,k} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N z_{i,j} z_{i,k}$$

N: Anzahl Beobachtungen

$z_{i,j}$: i-te standardisierte Beobachtung der j-ten Variablen

$z_{i,k}$: i-te standardisierte Beobachtung der k-ten Variablen

Die Faktorenanalyse geht von der Korrelationsmatrix R aus. Letztere enthält die gegenseitigen Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen sämtlichen Variablen. In der Matrixalgebra wird ihre Berechnung so dargestellt:

$$R = \frac{1}{N-1} Z' \cdot Z \quad (\text{Gleichung 1})$$

Das primäre Ziel jeder Faktorenanalyse ist es, jeden Wert $z_{i,j}$ (ein Element von Z) durch eine lineare Kombination mehrerer hypothetischer Faktoren zu beschreiben. Der Wert $z_{i,j}$ soll also durch folgende Linearkombination von q Faktoren ausgedrückt werden:

$$z_{i,j} = a_{j,1} p_{1,i} + a_{j,2} p_{2,i} + \dots \dots \dots a_{j,q} p_{q,i}$$

oder in Matrixform: $Z' = A \cdot P \quad (\text{Gleichung 2})$

A ist das sog. Faktorenmuster. Die Elemente von A heissen Faktorenladungen, da sie den Variationsbeitrag einer standardisierten Variablen zur Bildung eines Faktors darstellen. Die Beträge der Faktorenladungen sind identisch mit den Korrelationen zwischen den Faktoren und den Variablen. P ist die Matrix der Faktorenwerte für alle Faktoren und Beobachtungen.

Durch Einsetzen von Gleichung 2 in Gleichung 1 ergibt sich:

$$R = \frac{1}{N-1} Z' Z = \frac{1}{N-1} A P (A P)' = \frac{1}{N-1} A P P' A' = A \frac{1}{N-1} P P' A'$$

Ferner gilt analog zur Gleichung 1:

$$\frac{1}{N-1} P P' = C \quad (= \text{Korrelationsmatrix zwischen den Faktoren})$$

Gleichung 2 kann somit in Gleichung 3 übergeführt werden:

$$R = A C A' \quad (\text{Gleichung 3})$$

Da nun aber unabhängige (= orthogonale) Faktoren konstruiert werden sollen, wird die Korrelationsmatrix C zu einer Einheitsmatrix I . Die Korrelationsmatrix der standardisierten Variablen kann deshalb allein durch das Faktorenmuster A wiedergegeben werden:

$$R = A A' \quad (\text{Gleichung 4})$$

Gleichung 4 wird als das Fundamentaltheorem der Faktorenanalyse (nach Thurstone) bezeichnet. Sie hat jedoch unendlich viele verschiedene Lösungen. Deshalb müssen Nebenbedingungen eingeführt werden, die den Ablauf der Faktorextraktion genau regeln.

Bei vielen Problemstellungen, die mittels der Faktorenanalyse gelöst werden, geht es weniger um die exakte Wiedergabe der Korrelationsmatrix R , sondern vielmehr um die höheren Dimensionen, von denen man annimmt, dass sie hinter den Faktoren stehen. Das Fundamentaltheorem der Faktorenanalyse muss deshalb erweitert werden:

$$R = A A' + U U'$$

Es wird also zwischen zwei Typen von Faktoren unterschieden, den allgemeinen Faktoren, die mit mehreren Variablen hoch korrelieren, und den Einzelrestfaktoren, die nur eine Variable erklären. In der Faktorenanalyse ist in der Regel nur die gemeinsame Information (Varianz) der allgemeinen Faktoren von Interesse. Sie setzt sich aus der Summe der einzelnen Kommunalitäten zusammen. Die Kommunalität einer Variablen berechnet sich aus der Summe ihrer quadrierten Faktorenladungen. Die allgemeinen Faktoren geben nur die reduzierte Korrelationsmatrix R_h wieder:

$$R_h = A A' = R - U U' \quad (\text{Gleichung 5})$$

Die Kommunalitäten bilden die Hauptdiagonale der reduzierten Korrelationsmatrix. Die Unterschiede zwischen den Hauptdiagonalwerten der reduzierten Korrelationsmatrix R_h und derjenigen der Ausgangskorrelationsmatrix R geben den Informationsverlust an. Das Anliegen, trotz dem Ermitteln von möglichst allgemeinen Faktoren möglichst wenig Information zu verlieren, wird als Kommunalitätenproblem bezeichnet.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Faktoren mittels der Hauptkomponentenmethode extrahiert. Bei dieser wird das Gleichungssystem $R = A A'$ durch die Restriktion, dass die Summe der quadrierten Faktorenladungen des ersten Faktors ein Maximum, diejenige des zweiten Faktors ein Maximum der Restvarianz, etc., darstellen soll, eindeutig lösbar. Zur Maximierung einer Funktion unter Nebenbedingungen wird die Technik der Lagrange-Multiplikatoren herangezogen. Das resultierende Gleichungssystem formuliert das sogenannte Eigenwertproblem einer reellen, symmetrischen Matrix R . In der Matrixnotation wird es folgendermassen wiedergegeben:

$$(R - \lambda_i I) v_i = 0 \quad = \text{charakteristische Gleichung}$$

Dabei nennt man λ_i die Eigenwerte und v_i die zugehörigen Eigenvektoren. I ist eine Einheitsmatrix. Da die Faktoren den Eigenvektoren proportional sind, bekommt man durch die Normierung der Eigenvektoren der Matrix R die gesuchten Faktorenladungen der Matrix A . Bei Ueberla S. 99-100 und Cooley and Lohnes S. 157-160 finden sich ausführliche Beschreibungen, wie die Eigenwerte und Eigenvektoren ermittelt werden.

Bei der Hauptkomponentenanalyse geht man von der Ausgangskorrelationsmatrix aus. In ihr werden grundsätzlich wieder gleich viele Faktoren extrahiert, wie ursprünglich Variablen vorhanden waren. Sie geben somit den Inhalt der ganzen Korrelationsmatrix wieder. Weil die Faktoren nach der Extraktionsrangfolge immer weniger Varianz auf sich vereinigen, sind die letzten Faktoren derart unbedeutend, dass sie ohne Bedenken weggelassen werden können. Die Hauptkomponentenanalyse in diesem Sinne angewandt, ist das gegebene Verfahren zur Reduktion und Orthogonalisierung einer Datenmatrix.

Will man jedoch nur die bedeutenden allgemeinen Faktoren, so führt man die Hauptkomponentenanalyse meist in eine Hauptachsenanalyse über. D.h., man verwendet die Hauptkomponenten nur zur Schätzung der interessierenden gemeinsamen Varianz. Man extrahiert nun die Faktoren anhand der reduzierten Korrelationsmatrix mit der Hauptkomponentenmethode neu. Die resultierenden Kommunalitäten stimmen mit den aus der Hauptkomponentenanalyse übernommenen nicht genau überein. Dies bedeutet, dass die optimale gemeinsame Information R_h (Varianz) der Faktoren mit der Ausgangskorrelationsmatrix noch nicht ermittelt ist. Deshalb wird das

Verfahren solange wiederholt (Kommunalitäteniteration), bis die Summe aller Kommunalitäten von derjenigen des vorhergehenden Iterationsschrittes praktisch nicht mehr abweicht.

Die neuen Dimensionen, welche die Faktoren darstellen, können anhand der Faktorenstruktur A interpretiert werden. Dies ist für die mit der Hauptachsenmethode ermittelten Faktoren jedoch oft schwierig, da sie neben hohen und niederen Korrelationen meist auch zahlreiche mittlere Korrelationen besitzen. Es müssen deshalb neue Linearkombinationen ermittelt werden, die die gemeinsame Information der Faktoren in einer besser interpretierbaren Form beschreiben. Dies wird durch eine Rotation der Faktoren zur Einfachstruktur erreicht. Sie kann am besten anhand einer geometrischen Veranschaulichung der Faktoren erläutert werden:

Die Faktoren bilden die orthogonalen Koordinatenachsen des gemeinsamen Faktorenraumes. In ihm lassen sich die Variablen als Vektoren darstellen. Die Länge der Variablenvektoren entspricht der Wurzel aus der Kommunalität. Die Kosinusse der Winkel zwischen den Vektoren stimmen mit den gegenseitigen Korrelationen der Variablen überein. Das Zueinander der Variablenvektoren heisst die Konfiguration. Bei der Rotation geht es nun darum, die Koordinatenachsen so zu drehen, dass die bereits festgelegte Konfiguration möglichst einfach beschrieben werden kann. Wenn die Koordinatenachsen nahe bei vielen bedeutenden (langen) Vektoren liegen, hat die Faktorenstruktur nur wenige oder keine mittlere Korrelationen; sie kann deshalb besser interpretiert werden.

Die Variablenkonfiguration verlangte in dieser Arbeit nur orthogonale Rotationen (Varimax-Kriterium). Auf eine Darstellung der schiefwinkligen Rotation kann daher verzichtet werden und auf die beiden Standardwerke der Faktorenanalyse von Harman und Ueberla sowie auf eine Kurzfassung von Kilchenmann (1970) verwiesen.

B) DIE DISTANZGRUPPIERUNG

Die Distanzgruppierung geht von einer aus m standardisierten Variablen mit je n Beobachtungen bestehenden Datenmatrix aus. Die Variablen werden als Koordinatenachsen eines m -dimensionalen Raumes betrachtet. Die n Beobachtungsobjekte entsprechen dann Punkten in diesem Raum. Weil die Variablen standardisiert sind, fallen die Masseinheiten, mit denen die Merkmale gemessen werden, nicht mehr ins

Gewicht. Die Distanzen zwischen zwei Punkten im Raum sind somit ein Mass für die Aehnlichkeit der Beobachtungsobjekte.

Um möglichst homogene Gruppen zu erhalten, ist es jedoch zweckdienlicher zu fordern, dass nicht die Distanz, sondern die Varianz in einer Gruppe minimal sein soll. Aus praktischen Gründen arbeitet der Gruppierungsalgorithmus nicht mit den Varianzen, sondern mit der sogenannten Gruppendistanz (Summe aller paarweisen Distanzen im Quadrat, dividiert durch die Anzahl Punkte in der Gruppe). Die Summe aller Gruppendistanzen bezeichnet man als Totale Gruppendistanz. Die Punkte werden nun schrittweise so zu Gruppen zusammengefasst, dass in jedem Schritt der Zuwachs der Totalen Gruppendistanz ein Minimum ist. Da diese anfänglich null ist, fasst man im ersten Schritt die beiden am nächsten beieinanderliegenden Punkte zu einer ersten Gruppe zusammen. Bei jedem weiteren Gruppierungsschritt sind nun zuerst die potentiellen Gruppendistanzzuwächse zu berechnen; d.h. es werden für alle möglichen Kombinationen von Punkten und Gruppen die Distanzzuwächse berechnet, wie wenn sie zu einer neuen Gruppe vereinigt würden. Aus diesen Kombinationen ist diejenige auszuwählen, die die kleinste Totale Gruppendistanz bewirkt.

Dieser Prozess wird solange fortgesetzt, bis sämtliche Punkte in einer einzigen Gruppe vereinigt sind. Hierzu sind $n-1$ Gruppierungsschritte notwendig.

Die Totale Gruppendistanz in Prozenten der Totalen Distanz (identisch mit der Totalen Gruppendistanz des letzten Gruppierungsschrittes) wird als relative Gruppendistanz bezeichnet. Sie ist ein Mass für die Homogenität der Gruppen. Ausserdem ist die relative Zunahme der relativen Gruppendistanz ein Indiz dafür, wie verschieden die Gruppen waren, die zu einer neuen Gruppe zusammengefasst wurden. Nimmt der relative Gruppendistanzzuwachs nach einem Gruppierungsschritt stark zu, so wird die vor diesem bestehende Gruppenzahl als die für die Aufgabenstellung geeignete betrachtet. Denn in jenem Schritt sind sehr verschiedene Gruppen zusammengetroffen. Tritt dieser Fall nicht auf, so muss angenommen werden, die Gruppen seien nur zufällig zustandegekommen.

Stellt man den Ablauf des Gruppierungsprozesses graphisch dar, so erhält man einen hierarchischen Stammbaum. Der Distanzgruppierungsstammbaum vermittelt wertvolle Aufschlüsse über die Aehnlichkeit der Gruppen.

Bei einem Anwendungsbeispiel mit Faktoren besteht die Frage, ob diesen eine unterschiedliche Bedeutung beigemessen werden soll. Denn die Faktoren haben, wie ihre Eigenwerte zeigen, verschieden viel Information aus den ursprünglichen Variablen aufgenommen. Diesen Bedeutungsunterschieden kann mit einer Gewichtung der Faktorenbeiträge Rechnung getragen werden. Die Auswirkungen einer solchen Gewichtung auf die Gruppenbildung zeigen Kilchenmann und Mörgeli (1970).

Unter der Bezeichnung Distanzgruppierung sind zwei Verfahren mit verschiedenen Algorithmen, sogenannter Ward- resp. Centroidalgorithmus, bekannt. In Lankford (1969) sind diese beiden Verfahren an einem theoretischen Beispiel einander gegenübergestellt.

Literatur zur Distanzgruppierung: Ward (1963), Sokal (1961), Sokal and Sneath (1953), Blumenthal (1953), Friedman and Rubin (1967) sowie Stone (1966).

C) DIE DISKRIMINANZANALYSE (= TRENNVERFAHREN)

Die Diskriminanzanalyse ist ein multivariates statistisches Verfahren mit dem getestet werden kann, ob eine bestehende (z.B. aus einer Distanzgruppierung übernommene) Gruppierung statistisch optimal ist. In ihr wird aufgrund der Gruppierung der Beobachtungen für jede Gruppe und jede Beobachtung eine Trennfunktion von der Form

$$Y_{i,k} = b_{1,k} x_{i,1} + b_{2,k} x_{i,2} + \dots + b_{m,k} x_{i,m} + a_k$$

berechnet. Dabei ist $Y_{i,k}$ der Funktionswert der i -ten Beobachtung ($i = 1, 2, \dots, n$) für die k -te Gruppe ($k = 1, 2, \dots, g$), a_k eine Konstante für die k -te Gruppe, $b_{j,k}$ der Koeffizient für die j -te Variable ($j = 1, 2, \dots, m$) in der k -ten Gruppe und $x_{i,j}$ der i -te Beobachtungswert auf der j -ten Variablen. Der Funktionswert ist eine Wertung für die Mutmasslichkeit, mit der eine Beobachtung zu einer Gruppe gehört. Jede Beobachtung wird derjenigen Gruppe zugeordnet, bei der sie den grössten Funktionswert erreicht.

Mit der Diskriminanzanalyse kann eine bestehende Gruppierung auch "verbessert" werden. Diejenigen Beobachtungen, die nicht für ihre Gruppe den grössten Funktionswert erreichen, können der entsprechenden Gruppe neu zugeteilt werden. Diese

veränderte Gruppe wird wieder getestet und bereinigt. Das Verfahren wird solange wiederholt, bis keine Korrekturen mehr möglich sind. Dieses Vorgehen wird in dieser Arbeit als iteratives Trennverfahren bezeichnet. Mit ihm sollen möglichst homogene Gruppen erreicht werden.

Ausführliche Beschreibungen des Trennverfahrens finden sich in: Linder (1964), Weber (1957), Tatsuoka (1971); Programme sowie deren Beschreibung in: Demirmen (1969), IBM SSP Manual, Dixon (1964).

D) DIE DISKRIMINANZFAKTORENANALYSE

In der Literatur wird die Diskriminanzfaktorenanalyse fast immer als Multiple Diskriminanzanalyse bezeichnet. Wenn sie hier als ein ganz spezieller Typ von einer Faktorenanalyse hingestellt wird, geschieht dies aus zwei Gründen: einerseits soll sie dadurch von der Diskriminanzanalyse, dem Trennverfahren, etwas abgehoben werden, und andererseits um die faktorielle Lösung des Diskriminanzproblems hervorzuheben. Sie wird unter anderen von folgenden Autoren behandelt: Tatsuoka (1970, 1971), Cooley and Lohnes (1962) und Hope (1968). Ein Anwendungsbeispiel findet sich in Tiedeman and Bryan (1959).

Die Diskriminanzfaktorenanalyse geht vom Diskriminanzkriterium

$$\lambda = \frac{SS_b}{SS_w} \quad \text{wobei:} \quad SS_b = \sum_{g=1}^k n_g (Y_{(g)} - \bar{Y})^2$$

$$SS_w = \sum_{g=1}^k (n_g - 1) s_y^2(g) = \sum_{g=1}^k \sum_{i=1}^{n_g} (Y_{(g)i} - Y_{(g)})^2$$

aus. Das Problem besteht nun darin, die beiden "sums-of-squares SS_b und SS_w " in linearen Gleichungen der vorgegebenen Variablen X

$$Y = v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_p X_p \quad (\text{Gleichung 1})$$

als Funktionen von zunächst unbekannten Gewichten $v_1, v_2, \dots, v_p$ auszudrücken. Nach Tatsuoka (1970, S. 26-30) lässt sich das Diskriminanzkriterium als eine Funktion obiger Unbekannten (Gewichte) auf die Form

$$\lambda = \frac{v' B v}{v' W v} \quad (\text{Gleichung 2})$$

bringen. Dabei stellt B die "pooled between-groups SSCP (sums-of-cross-products matrix) und W die within-groups SSCP dar. Während letztere beiden aus den Daten berechnet werden können, bilden die $v_1, v_2, \dots, v_p$ die tatsächlich Unbekannten dieses Ausdrucks. Ein wesentliches Erfordernis zur eindeutigen Bestimmung dieser Gewichte besteht (analog zur Hauptkomponentenmethode im Kapital Faktorenanalyse) darin, dass die letzteren das Diskriminanzkriterium maximieren sollen. Dies kann erreicht werden, indem Gleichung 2 partiell abgeleitet wird und die resultierenden Gleichungen null gesetzt werden. In Matrixform ergibt sich die Gleichung

$$B v = \lambda W v$$

resp. $(W^{-1} B - \lambda I) v = 0$ (charakteristische Gleichung)

Obwohl die Matrizen W^{-1} und B symmetrisch sind, trifft dies nicht für $W^{-1}B$ zu. Cooley and Lohnes (1962, S. 189) sowie Whyte (1958, S. 393-437) zeigen wie die Eigenwerte und Eigenvektoren einer asymmetrischen Matrix zu bestimmen sind. Die Eigenwerte sind ein Mass für die Trennschärfe derjenigen Gleichung, die aus dem zugehörigen Satz von Eigenvektoren gebildet werden. Die anhand der Eigenvektoren gewonnenen Strukturen der Diskriminanzfaktoren enthalten nicht notwendigerweise die Aehnlichkeit zwischen den Faktoren und den Variablen; um die Faktoren interpretieren zu können, werden deshalb im Programm von Veldman (1967, S. 268-280) die Korrelationen zwischen Faktoren und Variablen berechnet. Die maximale Anzahl Faktoren, die konstruiert werden, um die Unterschiede zwischen den Gruppen wiederzugeben, ist gleich der um 1 verminderten Gruppenzahl, oder gleich der Anzahl Variablen, je nach dem, welche von beiden kleiner ist.

Mit Hilfe des (abgewandelten) Wilk's Lambda-Tests kann das Ausmass getestet werden, inwieweit die Faktoren tatsächlich durch die Gruppierung, und nicht nur zufällig zustande gekommen sind.

$$\text{Wilks Lambda} = \frac{1}{(1 + \lambda_1) (1 + \lambda_2) \dots (1 + \lambda_r)}$$

λ_1 : Eigenwert des ersten Faktors

r : Anzahl Faktoren

Wilks's Lambda kann wiederum mit einem F-Test geprüft werden.

Nach einem Test von Rao (1952, S. 373) kann die Signifikanz jeder einzelnen Trennfunktion (Faktor) mit einem Chi-Quadrat-Test geprüft werden. Weitere Testkriterien finden sich in Anderson (1958).

Die unterschiedliche Bedeutung, die jedem einzelnen Faktor zukommt, wird durch die relative Trennkraft des Faktors ausgedrückt. Sie berechnet sich aus

$$\text{TK} = \frac{\lambda_i}{\sum \lambda_i} 100.0 \%$$

Im verwendeten Computerprogramm nach Veldman, das einer erweiterten Varianzanalyse gleichkommt, werden ausserdem ein F-Test über alle Gruppen und alle Faktoren, sowie ein univariater F-Test (F-Test für jede einzelne "Antwortvariable") ausgeführt. Wilks Lambda (Verhältnis von Innergruppenstreuung zu Gesamtstreuung) kann als Mass für die "Kompaktheit" der Gruppen angesehen werden.

Elektronische Datenverarbeitung

Für die Faktorenanalyse, die Distanzgruppierung und die Diskriminanzanalyse standen mir die Programme aus der Programmbibliothek des Geographischen Institutes zur Verfügung. Die umfangreichen Rechenarbeiten wurden durch die Computeranlage (IBM-360/40) des Rechenzentrums der Universität Zürich ausgeführt.

III. TEIL

A) ERSTE ABGRENZUNG DES BERGGEBIETES (MITTELS DER FAKTORENANALYSE)

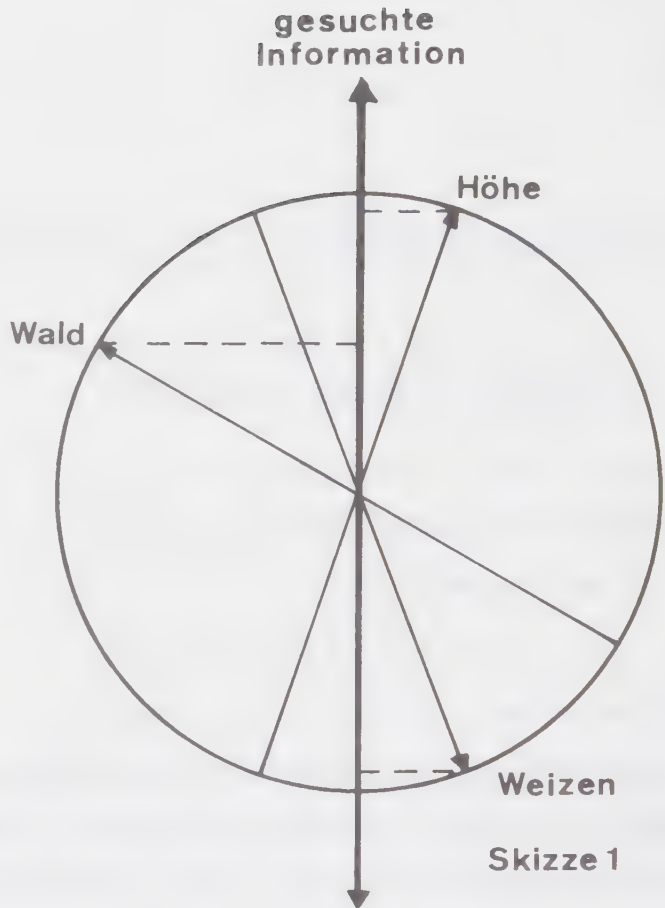
1. GEDANKEN ZUR SKALENBILDUNG

In diesem ersten Kapitel sollen mit der Faktorenanalyse Skalen konstruiert werden, durch deren Verwendung in Gruppierungsverfahren eine Abgrenzung des Berggebietes vorgenommen werden kann.

Da in der Faktorenanalyse aus den zahlreichen Variablen grundsätzlich immer mehrere Faktoren (mit Eigenwerten grösser als 1.0) ausgezogen werden, wird in diesem Abschnitt die Anzahl der für die Themastellung interessanten Faktoren zum vornherein — durch bestimmte Überlegungen — festgelegt. Dabei gehen diese Überlegungen davon aus, dass alle in der Faktorenanalyse verwendeten Variablen eine Information enthalten, die zur Abgrenzung des Berggebietes beiträgt. Es gilt nun die relative Grösse ihrer Beiträge zu bestimmen.

Jede Variable kann als ein Vektor von der Länge 1.0 (Eigenwert) aufgefasst werden. Betrachtet man zunächst zwei beliebige Variablen, so stellen sie zwei Vektoren von derselben Länge dar, die sich nur in ihrer Richtung unterscheiden. Stehen die beiden Vektoren senkrecht aufeinander, so besteht bekanntlich kein Zusammenhang zwischen ihnen. Stehen aber andererseits die Vektoren nicht senkrecht zueinander, so besitzen die Variablen eine bestimmte gemeinsame Information. Dies bedeutet nichts anderes, als dass jede Variable nicht nur eine Aussage in ihrer, sondern bis zu einem gewissen Grad auch noch eine solche in anderen Informationsrichtungen macht. Einen Einblick in diese Überlegung soll Fig. 1 vermitteln. Auf unser Problem übertragen, interessiert natürlich nur diejenige Information, die die Variablen für die Unterscheidung Berggebiet resp. Nichtberggebiet enthalten. Um erstere bestimmen zu können, muss man die Richtung festlegen, die dieser spezielle Informationsgehalt im Vergleich zu den in Betracht gezogenen Variablenvektoren einnimmt. Wie kann diese Informationsrichtung ermittelt werden? Hierfür scheint die Faktorenanalyse das

geeignete Verfahren zu sein. Wie bereits schon im Theorieteil geschildert, nimmt der erste Faktor diejenige Richtung ein, in der die Variablenvektoren ein Maximum an gleicher Information (Varianz) enthalten; der zweite Faktor ist dann diejenige vom ersten Faktor unabhängige Informationsrichtung, auf die ein Maximum der restlichen gemeinsamen Information übertragen werden kann, etc., etc. Wird eine Faktorenanalyse so angelegt, dass nur eine Hauptachse gebildet wird, so hat diese diejenige Richtung, in der die



Variablen die optimal gemeinsame Information besitzen. Geht man nun von einer genügend grossen Auswahl von Variablen aus, deren gemeinsame Information nur in der Unterscheidung Berggebiet/Nicht-Berggebiet bestehen kann, so sollte der erste Faktor eine geeignete Skala für eine Berggebietsabgrenzung sein.

2. WAHL DER STATISTISCHEN EINHEIT UND DER VARIABLEN

Ursprünglich war geplant, die Untersuchung mit möglichst kleinen Einheitsflächen auszuführen. Es zeigte sich jedoch sehr schnell, dass die Unterlagen für das Beschaffen von statistischen Angaben hierfür viel zu gering waren. Deshalb musste als Einheit eine (politische) Gemeinde gewählt werden.

Selbst bei dieser, sicherlich nicht idealen Einheit verursachte die Wahl von geeigneten Variablen einige Schwierigkeiten. Denn auch hier fehlten primäre Daten über Topographie, Klima, Bodenbeschaffenheit oder natürliche Vegetation, wie sie für die Themastellung am geeignetsten wären, fast vollständig. Dabei wäre folgende (nicht

endgültige) Variablenwahl vorstellbar gewesen:

Topographische Variablen:

- Mittlere Höhenlage einer Gemeinde
- Reliefenergie
- Mittlere Hangneigung
- Mehrere Variablen für die Anteile mit verschiedenen Hangneigungen
- Anteil vorwiegend südexponierter Gebiete
- Anteil vorwiegend nordexponierter Gebiete

Klimatische Variablen:

- Mittlere jährliche Niederschlagsmenge
- Mittlere Niederschlagsmenge im Januar
- Mittlere Niederschlagsmenge im Juli
- Mittlere Jahrestemperatur
- Mittlere Januartemperatur
- Mittlere Julitemperatur
- Anzahl Frosttage
- Mittlere jährliche Sonnenscheindauer
- Anzahl Windtage

Bodenbeschaffenheitsvariablen:

- Anteil an sandigem Boden
 - Anteil an tonigem Boden
 - Anteil an sehr kalkhaltigem Boden
 - Anteil an anstehendem Fels
 - Mittlere Bodenmächtigkeit
- etc.

Da die Unterlagen zu obigen Merkmalen zum grossen Teil noch fehlen, wurde die Ueberlegung angestellt, dass die fehlende Information stellvertretend durch verwandte, vorwiegend landwirtschaftliche Daten (weitgehend) gewonnen werden könnte. Dabei müssen natürlich (zur Kontrolle) die wichtigsten rein physisch-geographischen Variablen enthalten sein. Als solche wurden die Variablen mittlere Höhe, Reliefenergie und mittlere jährliche Niederschlagsmenge erachtet. Auf die mittlere Jahrestemperatur konnte verzichtet werden, da die Temperatur im wesentlichen eine Funktion der Höhe darstellt, welche (mehr oder weniger) in allen übrigen Variablen enthalten ist.

Definitive Variablenwahl:

1. Mittlere Höhe
2. Reliefenergie
3. Mittlere jährliche Niederschlagsmenge

4. Bevölkerungsdichte
5. Landwirtschaftsbetriebsdichte
6. Landwirtschaftsbetriebsdichte, von "hauptamtlichen" Landwirten
7. Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche an der Gemeindefläche
8. Effektive Betriebsgrösse (Landwirtschaftliche Nutzfläche pro Betrieb)
9. Anteil der Tabakanbaufläche an der Gemeindefläche
10. Anteil der Rebbaufäche an der Gemeindefläche
11. Obstbaumdichte
12. Anteil des Wieslandes an der Gemeindefläche
13. Anteil der Weiden (ohne Sömmerungsweiden) an der Gemeindefläche
14. Anteil der Maiensässe, Heueinschläge und Sömmerungsweiden an der Gemeindefläche
15. Anteil der Feldgemüsefläche an der Gemeindefläche
16. Anteil der Kartoffelanbaufläche an der Gemeindefläche
17. Anteil der Waldfläche an der Gemeindefläche
18. Anteil der Weizenanbaufläche an der Gemeindefläche
19. Anteil der Gerstenanbaufläche an der Gemeindefläche
20. Anteil der Maisanbaufläche an der Gemeindefläche
21. Dichte von Vierrad-, Raupentraktoren, Jeeps und Landrovern
22. Dichte von Einachstraktoren und Motormähern
23. Dichte von selbstfahrenden Heuerntemaschinen
24. Mährescherdichte
25. Zugtierdichte (Pferde, Ponys, Esel und Maultiere)
26. Gemeindefläche
27. Anteil der landwirtschaftlich unproduktiven Fläche (ohne Bahnen, Strassen und Wege) an der Gemeindefläche.

Einige Erläuterungen zur Variablenwahl: Wir nehmen an, dass beispielsweise die verschiedenen Bodennutzungsvariablen, sowohl bezüglich Bodenbeschaffenheit, als auch Klima Information vermitteln. Die Mechanisierungsvariablen sollen vor allem Auskunft über die topographischen Verhältnisse erteilen. Andererseits geben sie bis zu einem gewissen Grad auch Auskünfte über die Bodenbeschaffenheit. Jede Variable verfügt über vielseitige Aussagen. Das entscheidende ist, in welcher Kombination und in welcher "Quantität" die einzelnen Merkmale in einer Gemeinde vorhanden sind.

Bemerkungen zu den Variablen:

Die Zahlenwerte der beiden topographischen Variablen (1 und 2) wurden für jede Gemeinde aus der Landeskarte (Massstab 1:25'000) ermittelt. Ueber jede Gemeinde wurde ein quadratischer Raster mit 2 cm Maschenweite gelegt und die Höhenkoten in den Rasterschnittpunkten herausgelesen. Als Mass für die mittlere Höhe einer Gemeinde wurde das arithmetische Mittel und als Mass für die Reliefenergie entsprechend die Standardabweichung aus den Höhenkoten berechnet. Beide Masse sind nur Annäherungswerte. Mit der Standardabweichung wird nur die Streuung der Höhenkoten, nicht aber ihre räumliche Verteilung innerhalb der Gemeindefläche erfasst. Sie macht deshalb nur eine Aussage über die Vertikalintensität des Geländes, ohne die Form desselben zu beschreiben. (Die Standardabweichung schien mir aber für diese Untersuchung ein geeigneteres Mass als die in der Literatur (Gutersohn (1932), Krebs (1932) angeführten Masse.)

Der Variablen "Mittlere jährliche Niederschlagsmenge" (Var.3) liegt die Niederschlagskarte des "Atlas der Schweiz" zugrunde. Die Karte wurde auf photographischem Weg auf den Massstab 1:200'000 vergrössert, damit die Gemeindegrenzen aus der "Gemeindekarte" in die Photographie übertragen werden konnte. Wiederum mit der Rastermethode konnten die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen geschätzt werden.

Die Daten der weiteren Variablen (4-27) stammen aus folgenden Publikationen des Eidgenössischen Statistischen Amtes:

1. Eidg. Betriebszählung 1965, Landwirtschaft / Band 1 / Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 405: Variablen 5-16 und 18-24
2. Der Schweizerische Obstbaumbestand 1961; Statistische Quellenwerke, Heft 377: Variable 11
3. Traktoren, Melkmaschinen, Bodenbenützung 1960 / Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 344: Variablen 21-24
4. Nutztierbestand 1966 / Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 421: Variable 25
5. Arealstatistik der Schweiz 1952 / Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 246: Variablen 26 und 27.
6. Eidgenössische Volkszählung 1960, Band 1,3,14 und 18 / Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 372: Variable 4.

Die Daten der Publikationen des Eidgenössischen Statistischen Amtes stellen nur die Absolutwerte der Variablen dar, welche stark von der Grösse der Gemeinde abhängig sind. Die Angaben wurden meist relativiert, d.h. in Beziehung zur Gemeindefläche gebracht.

Ein wesentliches Erfordernis für die Verwendung von Variablen in der Faktorenanalyse ist die Normalverteilung. Erfahrungsgemäss weiss man jedoch, dass geographische Variablen selten normalverteilt sind. Deshalb wurden sie auf ihre Häufigkeitsverteilung hin getestet und durch eine Transformation einer Normalverteilung angenähert.

3. DER BERGFAKTOR AUS DER HAUPTACHSENANALYSE

a) Die Struktur der Bergskala

Mit der in Abschnitt 2 getroffenen Variablenwahl wurde eine Hauptkomponentenanalyse so angelegt, dass nur ein Faktor gebildet wurde. Das Ueberführen der Hauptkomponente in eine Hauptachse (siehe Theorieteil, S. 10) erforderte vier Kommunalitäteniterationen. Die umfangreichen Berechnungen mit dem Computer ergaben einen Faktor mit dem Eigenwert von 8.630, der 31,96 % der Varianz aller Variablen auf sich vereinigt. Die Struktur des Faktors ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

0.911 Mittlere Höhe (Var.1)	
0.905 Niederschlag (Var.3)	
0.810 Heuerntemaschinen (Var.23)	
0.718 Reliefenergie (Var.3)	
0.610 Einachstraktoren (Var.22)	
0.543 Gemeindefläche (Var.26)	
0.500 Maiensässe (Var.14)	
0.340 Waldfläche (Var.17)	
0.232 Weiden (Var.13)	
	-0.824 Gerstenanbau (Var.19)
	-0.802 Maisanbau (Var.20)
	-0.791 Weizenanbau (Var.18)
	-0.781 Traktoren (Var.21)
	-0.774 Kartoffelanbau (Var.16)
	-0.630 Obstbaumdichte (Var.11)
	-0.488 Feldgemüseanbau (Var.15)
	-0.477 Zugtierdichte (Var.25)
	-0.437 Mähdrescherdichte (Var.24)
	-0.434 Landw.Nutzfläche (Var.7)
	-0.293 Rebbaufäche (Var.10)
	-0.225 Landwirtschaftsbetriebsd. (Var.5)
	-0.223 Betriebsgrösse (Var.8)
	-0.202 Bevölkerungsdichte (Var.4)
	-0.164 Wieslandanteil (Var.12)
	-0.164 Tabakanbaufläche (Var.9)
	-0.153 Betriebsdichte, hauptamtl.L. (Var.6)
	-0.151 Unproduktive Fläche (Var.27)

b) Beschreibung des Faktors

Der Faktor weist mit den drei physisch geographischen Variablen "Mittlere Höhe", "Mittlere jährliche Niederschlagsmenge" und "Reliefenergie" sehr hohe positive Korrelationen auf. Dies bestätigt, dass er tatsächlich ein Bergfaktor ist. Ebenfalls hoch, jedoch negativ korreliert er mit den Ackerbauvariablen. Durch das Vorhandensein von gleich hohen positiven und negativen Korrelationen verfügt der Faktor über eine ausgesprochen bipolare Struktur. Sie entspricht der Gegenüberstellung von Berggebiet und Nichtberggebiet.

Betrachtet man beispielsweise nur die Rangfolge der Bodennutzungsvariablen, so zeigt sich die bekannte Abstufung der charakteristischen Bodennutzungstypen in der Vertikalen: Sömmerungsweiden und Maiensässen, Mähweiden und Heimweiden, Wiesland sowie Ackerbau. Unverständlich erscheinen auf den ersten Blick die kleinen Korrelationen der Tabak- und Rebbaufäche. Bedenkt man jedoch, wie gering die Tabak-

und Rebbauvorkommen im Untersuchungsgebiet sind, so werden die kleinen Korrelationen verständlich.

Ueberraschenderweise liegt die Variable "Landwirtschaftlich unproduktive Fläche" im nichtsignifikanten Korrelationsbereich (Korrelation kleiner als 0.176) des Faktors. Dies lässt sich durch den Informationsgehalt dieser Variablen erklären; denn in der Variablen sind einerseits die wegen ihrer natürlichen Beschaffenheit nicht kultivierbaren als auch die überbauten Flächen enthalten. Eine Trennung dieser beiden Flächentypen war nicht möglich, da dazu die Unterlagen nicht vollständig zu erhalten waren. Die sehr kleine Korrelation der Variablen weist daraufhin, dass im Untersuchungsgebiet keine grossen Unterschiede zwischen den für den alpinen Raum charakteristischen nichtbebaubaren und den im Mittelland besonders ausgedehnten überbauten Flächen besteht.

Die Mechanisierungsvariablen verfügen über die erwarteten hohen Korrelationen auf den beiden Polen. Im Gegensatz dazu tritt die Zugtiervariable scheinbar auf dem verkehrten Pol des Faktors auf. Die Information der Zugtiere gründet sich vorwiegend auf der Verbreitung der Pferde. Da diese im Untersuchungsgebiet weniger als Zugtiere, sondern als Reittiere gehalten werden, bewirkt die Variable den unerwarteten gegenteiligen Effekt.

4. ERSTE ABGRENZUNG DES BERGGEBIETES

a) Abgrenzung mittels Distanzgruppierung und iterativem Trennverfahren

Das durchgeführte Gruppierungsverfahren bringt, wie der Distanzgruppierungsstammbaum in Karte 1 zeigt, eine deutliche Aufteilung des Untersuchungsgebietes in zwei Hauptgruppen, von denen jede wieder in drei Untergruppen (1, 2 und 3 resp. 4, 5 und 6) unterteilt ist. Die grosse Verschiedenheit dieser beiden Hauptgruppen geht klar hervor aus dem in Fig. 1 (Linienzug A) dargestellten Zuwachs, den die Gruppendistanz bei der Hauptgruppenvereinigung im letzten Distanzgruppierungsschritt erhält. Der steile Verlauf des Linienzuges zwischen zwei und sechs Gruppen veranschaulicht die grosse Verschiedenheit der einzelnen Unterregionen; doch unterscheiden sich diese nicht so stark wie die beiden Hauptregionen.

A phylogenetic tree diagram showing the evolutionary relationships between six taxa labeled 1 through 6. The tree is rooted at the bottom and branches upwards. Taxon 1 is on the leftmost branch, followed by a clade containing taxa 2 and 3. To the right of this is a clade containing taxa 4 and 6, and the rightmost branch leads to taxon 5.

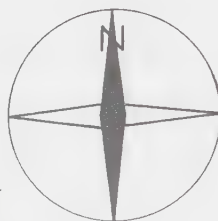
Regionen:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

**Berg-
gebiet**

**Tief-
land**

Masstab: ca. 1:250 000

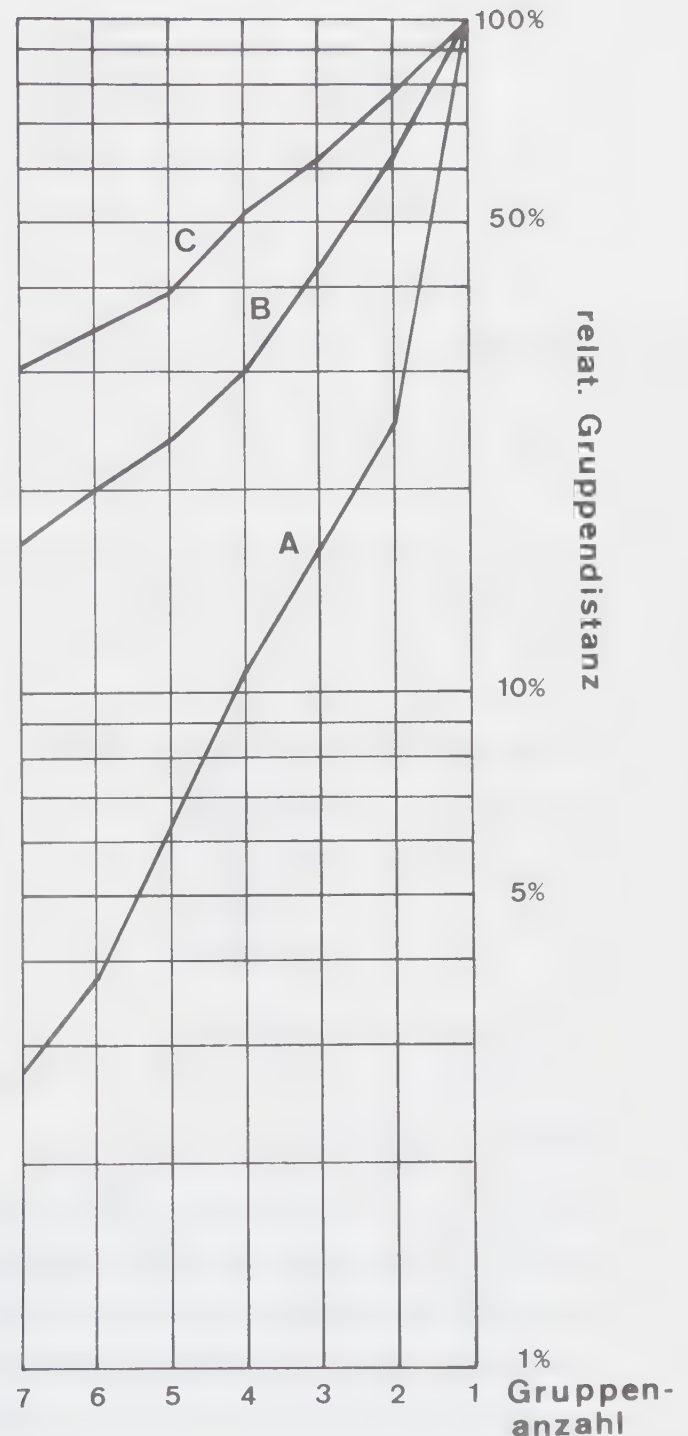


Da eine der beiden Hauptgruppen nur Gemeinden mit hohen, die andere nur solche mit tiefen Werten auf dem Bergfaktor umfasst, muss die erste Hauptgruppe als Berggebiet und die zweite als Tiefland beurteilt werden.

Das auf die Distanzgruppierung folgende iterative Trennverfahren, durch das möglichst homogene Gruppen gebildet werden, ergab nur kleine Grenzverschiebungen innerhalb der Unterregionen, nicht aber solche zwischen den Hauptgruppen.

Der Regionenwechsel der betroffenen Gemeinden ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Figur 1



Einfluss des iterativen Trennverfahrens:

Gemeinde	Regionszugehörigkeit vor / nach dem iterativen Trennverfahren	
Wald	2	3
Eggersriet	2	3
Ernetschwil	2	3
Lütisburg	2	3
Wolfhalden	2	3
Wängi	6	5
Marbach	6	5
Bronschhofen	6	4
Zuzwil	6	4

Die 217 Gemeinden des Untersuchungsgebiets verteilen sich nach durchgeführter Regionalisierung wie folgt auf die sechs Regionen:

		Anzahl Gemeinden	relativer Anteil
Berggebiet:	1. Region	15	6,9 %
	2. Region	40	18,4 %
	3. Region	29	13,3 %
Tiefeland:	4. Region	39	18,0 %
	5. Region	66	30,4 %
	6. Region	28	12,9 %

Die räumliche Verteilung der sechs Regionen zeigt Karte 1. Die punktierten Flächen der Regionen 1, 2 und 3 stellen das Berggebiet, die schraffierten der Regionen 4, 5 und 6 das Tiefland dar.

Vergleichen wir nun die Abgrenzung unserer mit rechnerischen Mitteln gefundenen ersten Hauptgruppe mit den bereits bekannten (z.B. nur nach Höhe oder nach landwirtschaftlichen Gesichtspunkten festgelegten) Berggebietsgrenzen, so können wir eine ziemlich gute Uebereinstimmung feststellen. Daraus lässt sich ein zweites Mal erkennen, dass unsere erste Hauptgruppe als Berggebiet zu bezeichnen ist.

Eine weitere Bestätigung hierfür erhalten wir durch Beurteilung der Gemeinden mit den höchsten und den niedrigsten Berggebietszugehörigkeitswerten. Die beiden nachstehenden Tabellen geben eine weitergehende Differenzierung dieser beiden extremsten Gemeindegruppen wieder:

Gemeinden mit den höchsten Berggebietszugehörigkeitswerten (Region 1)

1. Amden	2.392	9. Nessler	1.856
2. Wildhaus	2.268	10. Urnäsch	1.803
3. Alt St.Johann	2.246	11. Hundwil	1.748
4. Quarten	2.227	12. Walenstadt	1.698
5. Stein (Toggenb.)	2.181	13. Rieden	1.689
6. Schwende	2.109	14. Grabs	1.632
7. Rüte	1.964	15. Gonten	1.629
8. Krummenau	1.893		

Gemeinden mit den niedrigsten Berggebietszugehörigkeitswerten (Auswahl aus Region 6)

1. Oberwil (TG)	-1.989	4. Widnau	-1.740
2. Niederneunforn	-1.887	5. Rickenbach (ZH)	-1.730
3. Dinhard	-1.766	6. Au (SG)	-1.712

Da die Gemeinden der ersten Tabelle als typische Berggemeinden angesehen werden müssen und alle in unserer ersten Hauptregion liegen, diejenigen der zweiten Tabelle (alle zur zweiten Hauptregion gehörend) aber als ausgeprägte Tieflandgemeinden bekannt sind, muss die erste Hauptgruppe wiederum als Berggebiet beurteilt werden. Durch die Tatsache, dass in den beiden Tabellen die typischen Berg- und Tieflandgemeinden die vorderen Ränge einnehmen, ist auch die gute Qualität des verwendeten Bergfaktors erwiesen.

Kurze Charakterisierung der Unterregionen

Da die physisch-geographischen Variablen den wichtigsten Teil des Regionalisierungskriteriums darstellen, werden sie auch zur Definition der Regionen herangezogen. Die errechneten Gruppenmittelwerte der Variablen (siehe nachstehende Tabelle) sind das zutreffendste Vergleichsmass für die Unterschiede zwischen den Regionen. Man beachte bei allen Untersuchungen: Da die Regionalisierung auf multivariaten Methoden beruht, können einzelne Gemeinden einer Region relativ weit um den Mittelwert einer Variablen streuen.

	Mittlere Höhe	Relief- energie	Mittlere jährliche Niederschlagsm.	
1. Hauptgruppe:				
1. Region	1139 m.ü.M.	312,6	1957 mm	(Obere Bergregion)
2. Region	862 m.ü.M.	144,2	1593 mm	(Mittlere ")
3. Region	681 m.ü.M.	112,2	1448 mm	(Untere ")
2. Hauptgruppe:				
4. Region	588 m.ü.M.	64,3	1268 mm	(Obere Tieflandreg.)
5. Region	522 m.ü.M.	38,2	1091 mm	(Mittlere ")
6. Region	465 m.ü.M.	28,0	1026 mm	(Untere ")

Vergleicht man die entsprechenden Mittelwerte der Regionen, so sind die Unterregionen 1, 2 und 3 resp. 4, 5 und 6 als "Obere-", "Mittlere"- und "Untere Bergregion" resp. Tieflandregion anzusprechen. Da die Unterregionen auch die entsprechenden Hauptgruppen charakterisieren, ist daraus nochmals eine weitere Bestätigung dafür ersichtlich, dass die erste Hauptgruppe als Berggebiet betrachtet werden muss.

b) Kritische Beurteilung der Regionalisierung

Für die Regionalisierung mit den verwendeten mathematisch-statistischen Methoden spricht nicht nur der gute Gehalt an Berginformation des Faktors, sondern auch die Tatsache, dass die Regionalisierung auf diesem Faktor (wie aus Karte 1 hervorgeht) folgende räumliche Verteilung ergibt:

1. Die "Obere Bergregion" besteht in Form einer eigentlichen Kernregion.
2. Die "Mittlere" und "Untere Bergregion" schliessen sich in Gürteln, die besonders schön in Nordwestrichtung ausgeprägt sind, an die "Obere Bergregion" an. Das weitgehende Fehlen der Gürtel gegen Osten beruht auf dem starken Gefälle gegen das St.Galler-Rheintal hin und auf dem grossflächigen Erfassen der Untersuchungseinheiten (Gemeinden). Die Gemeinden des St. Galler-Rheintales nehmen an verschiedenen Zonen teil und werden anhand ihrer mittleren Zugehörigkeit klassiert.

Die Regionalisierung ist aber auch statistisch gesichert, dank signifikanter Testgrößen:

1. Sehr grosser F-Wert (Lit.: Kreyszig, Linder): 1126,24 bei 5 und 211 Freiheitsgraden.

2. Kleiner Wilks Lambda-Wert (Verhältnis der Determinanten von Gruppenvarianz zu totaler Varianz; Lit.: Wilks 1967): 0,036.

c) Aussagestärke der einzelnen Variablen bezüglich der Regionalisierung

Um die Stärke der Trennbarkeitsfähigkeit der einzelnen Variablen für die sechs Regionen beurteilen zu können, wurde ein univariater F-Test ausgeführt. Das Ergebnis ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Rangfolge der Variablen	berechneter F-Wert	Irrtumswahrscheinlichkeit P
1. Mittlere Höhe	200.96	0.0000
2. Mittlere jährliche Niederschlagsmenge	177.04	0.0000
3. Dichte von Vierrad- und Raupentraktoren, etc.	110.30	0.0000
4. Dichte von selbstfahrenden Heuerntemaschinen	107.49	0.0000
5. Anteil der Weizenanbaufläche	99.24	0.0000
6. Anteil der Kartoffelanbaufläche	96.34	0.0000
7. Anteil der Gerstenanbaufläche	95.47	0.0000
8. Anteil der Maisanbaufläche	87.40	0.0000
9. Reliefenergie	62.09	0.0000
10. Obstbaumdichte	51.77	0.0000
11. Dichte von Einachstraktoren und Motormähern	34.55	0.0000
12. Gemeindefläche	23.49	0.0000
13. Anteil der Maisensässe, Heueinschläge, Sömmerungsw.	18.95	0.0000
14. Zugtierdichte	16.75	0.0000
15. Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche	16.22	0.0000
16. Mähdescherdichte	15.85	0.0000
17. Anteil der Feldgemüseanbaufläche	14.02	0.0000
18. Landwirtschaftsbetriebsdichte	10.07	0.0000
19. Anteil der Weiden (ohne Sömmerungsweiden)	8.97	0.0000
20. Anteil der Wieslandfläche	8.97	0.0000
21. Anteil der Waldfläche	8.62	0.0000
22. Bevölkerungsdichte	7.92	0.0000
23. Anteil der Rebbaufäche	7.33	0.0000
24. Wesentliche Betriebsgrösse	6.22	0.0001
25. Dichte der hauptberuflich geführten Landwirtschaftsb.	5.99	0.0001
26. Anteil der Tabakanbaufläche	4.09	0.0018
27. Anteil der landwirtschaftlich unprodukt. Fläche	3.87	0.0026

Jede der 27 Variablen besitzt eine Irrtumswahrscheinlichkeit, deren berechneter Wert weit unter dem üblicherweise angenommenen Niveau von 0,05 resp. 0,01 liegt. Daraus folgt, dass sich die sechs Gruppen auf jeder einzelnen Variablen signifikant unterscheiden. Jede der Variablen trägt somit — wenn auch mit unterschiedlicher Stärke — zur Abgrenzung bei!

d) Formel zu Klassierung neuer Gemeinden

Als weitere Anwendungsmöglichkeit mathematisch-statistischer Methoden soll in diesem Abschnitt gezeigt werden, wie man eine nicht zum Untersuchungsgebiet gehörende Gemeinde nachträglich der ihr entsprechenden Region zuteilen kann.

Als erstes ist ihr Wert auf der Skala der "Berggebietszugehörigkeit" zu berechnen. Er lässt sich anhand der linearen Funktion, die die Faktorenstruktur darstellt, wie folgt ermitteln:

$$F_i = \sum_{k=1}^p \frac{a_k}{E} x_{i,k}$$

dabei ist:

F_i Faktorbetrag der neuen Gemeinde i

k Index der Variablen ($k = 1, 2, 3, \dots, p$; $p = 27$)

a_k Faktorenladung der k -ten Variablen

E Eigenwert des Faktors (= 8.630)

$x_{i,k}$ Beobachtungswert der neuen Gemeinde auf der standardisierten (und transformierten) Variablen.

Der Ausdruck $\frac{a_k}{E}$ ist unter der Bezeichnung Faktor-Koeffizient bekannt.

Die Gemeinde lässt sich nun entweder durch einen Vergleich (der Faktorbeträge) mit den untersuchten Gemeinden, oder mittels der folgenden Trennformeln

- | | |
|------------|--------------------------------|
| 1. Region: | $f_1 = 50,468 = F_i - 49,345$ |
| 2. Region: | $f_2 = 30,606 = F_i - 18,149$ |
| 3. Region: | $f_3 = 15,121 = F_i - 4,430$ |
| 4. Region: | $f_4 = -2,710 = F_i - 0,142$ |
| 5. Region: | $f_5 = -19,238 = F_i - 7,171$ |
| 6. Region: | $f_6 = -37,300 = F_i - 26,956$ |

der entsprechenden Region zuordnen; sie wird im letzteren Falle derjenigen Region zugeteilt, für die sie den grössten Betrag erreicht.

Es muss allerdings bemerkt werden, dass dieses Verfahren nur für Gemeinden angewendet werden kann, die relativ nahe beim Untersuchungsgebiet liegen, da die Faktorstruktur streng betrachtet nur für das Untersuchungsgebiet gilt.

Obiges Verfahren eröffnet aber andererseits die Möglichkeit, bei einem Stichprobenverfahren die nicht in der Stichprobe enthaltenen Beobachtungen nachträglich einzuordnen.

B) ZWEITE BERGGEBIETSABGRENZUNG (MIT DISKRIMINANZFAKTORENANALYSE)

1. DIE FAKTORENSTRUKTUREN

Mit den ursprünglichen 27 Variablen wurde wiederum eine Faktorenanalyse ausgeführt. Im Gegensatz zur Berggebietsabgrenzung in Kapitel A, wo die Bestimmung der Faktorenzahl (1 Faktor) aus Ueberlegungen erfolgte, war in dieser Untersuchung der Informationsgehalt (Eigenwert) der Faktoren entscheidend für die Wahl der neuen Faktorenzahl.

Diese Faktorenanalyse ergab nur zwei besonders aussagekräftige Faktoren, die zusammen 47,22 % der gesamten Varianz aller Variablen erklären. Dabei entspricht der erste Faktor dem Bergfaktor von Kapitel A. Er vereinigt mit einem Eigenwert von 8,713 mehr als doppelt soviel Varianz auf sich als der zweite Faktor mit 4,037. In Fig. 2 ist die Variablenkonfiguration in der gemeinsamen Faktorenebene dargestellt. Der zweite unrotierte Faktor korreliert am höchsten mit der Wieslandvariablen. Ueber hohe Korrelationen mit ihm verfügen ausserdem die beiden Variablen der "Landwirtschaftsbetriebsdichte", sowie die Variable "Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche an der Gemeindefläche". Eine mittelmässige Korrelation besitzt ferner die Variable "Obstbaumdichte". Von den drei physisch-geographischen Variablen zeigt nur die Reliefenergie eine kleine, allerdings noch signifikante Korrelation. Der zweite Faktor zeichnet sich also vor allem durch landwirtschaftliche Information aus. Da zum Bergfaktor noch (vorwiegend) landwirtschaftliche Information hinzugenommen wurde, hat sich die Gesamtinformation mehr auf die Landwirtschaftsstruktur verlagert. Wie Fig. 2 zeigt, ist diese Informationsänderung aus der Lage der rotierten Faktoren deutlich ersichtlich: Das Achsensystem wird mehr zu den landwirtschaftlichen Variablenvektoren hin gedreht. Der absolute Rotationsbetrag entspricht ungefähr 26° . Die Rotation erweist sich somit als sinnvoll.

Der Einfluss der Rotation kommt in der Struktur des ersten rotierten Faktors klar zum Ausdruck. Der Faktor verfügt zwar immer noch über eine bipolare Struktur, doch liegen nun die (absolut betrachtet) höchsten Korrelationen auf dem negativen Pol. Dieser wird besonders durch die Variablen "Anteil der Gersten-, Weizen-, Kartoffel- und Maisanbaufläche" gebildet. Erst nach diesen vier Bodennutzungs-

Variablenkonfiguration in der Hauptachsebene

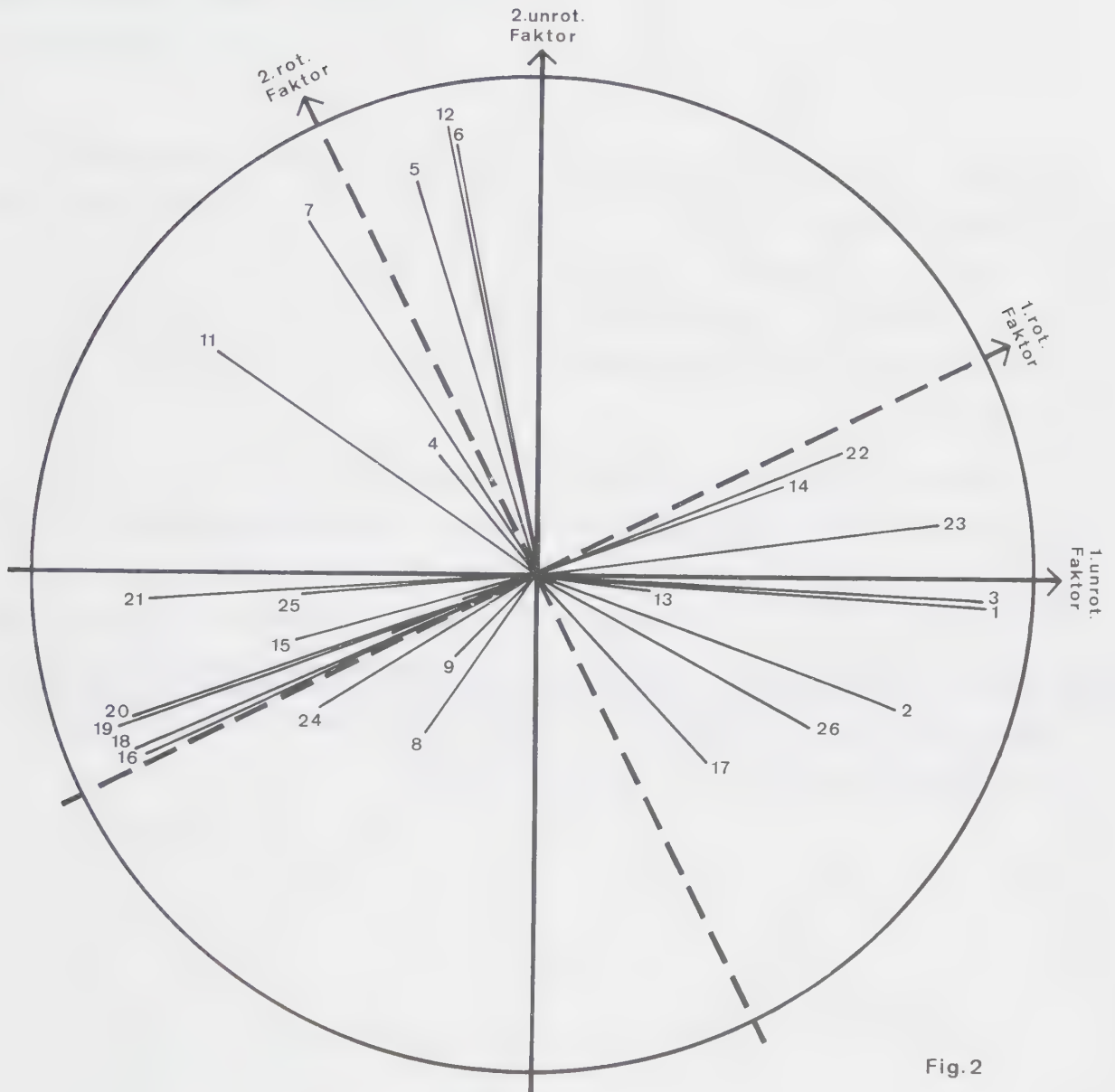


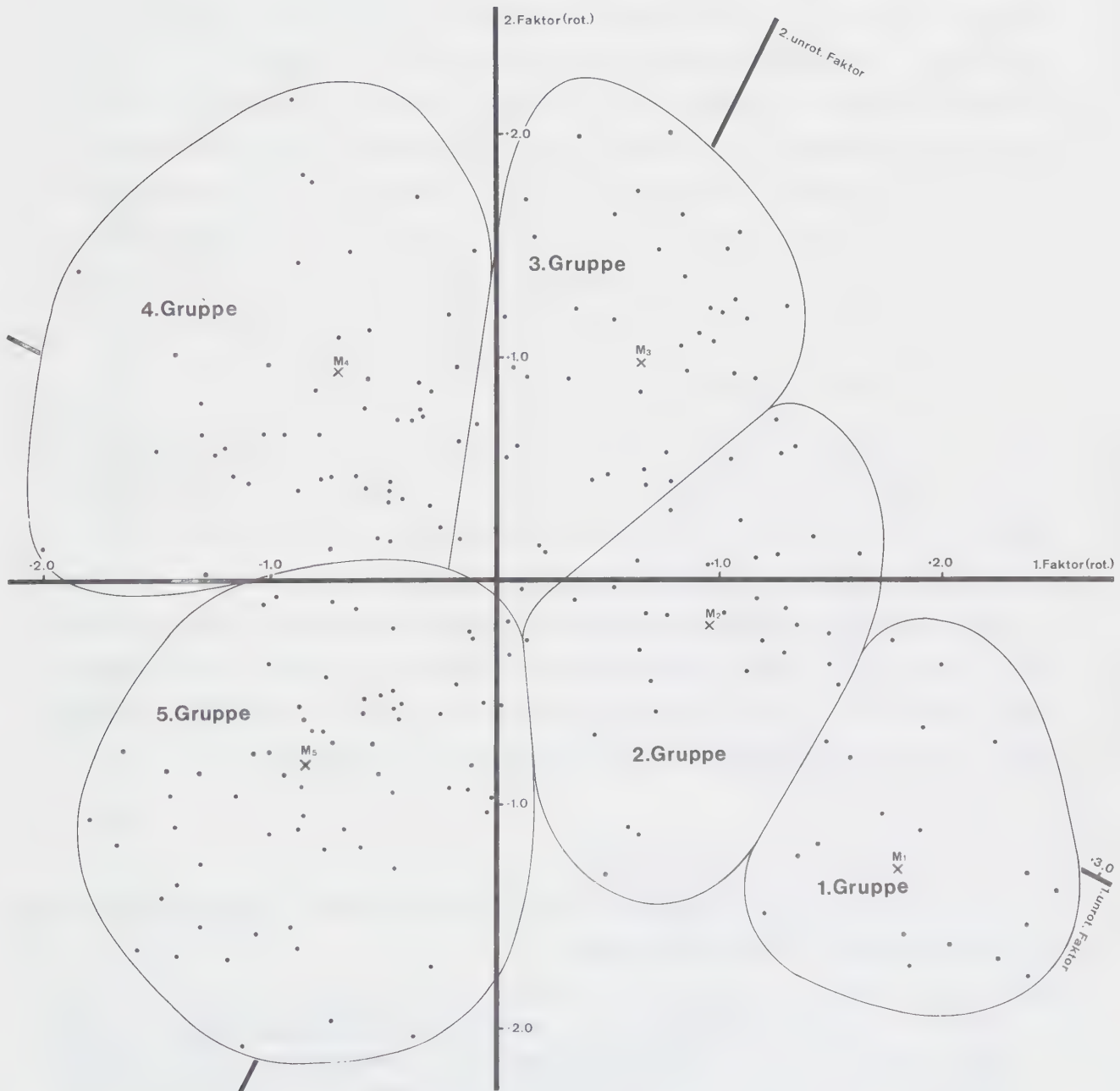
Fig.2

variablen folgen grössenordnungsmässig die Variablen "Mittlere jährliche Niederschlagsmenge" und "Mittlere Höhenlage" auf dem positiven Pol. Der erste rotierte Faktor erfasst somit in erster Linie die Ackerbaugemeinden. Dadurch, dass die drei physisch-geographischen Variablen mitberücksichtigt wurden, erhält er auch einen qualitativen Einschlag — denn Gemeinden, in denen beispielsweise Mais infolge niedriger Temperaturen nur zur Silage verwendet werden kann, müssen sich auf diesem Faktor durch kleinere negative Faktorbeträge von den zum Maisanbau geeigneteren Gemeinden unterscheiden.

Der zweite rotierte Faktor gibt die Verhältnisse der Gemeinden im thurgauisch-st.gallischen Grenzbereich recht gut wieder: intensiv betriebene Graswirtschaft. Der Faktor kann kurz charakterisiert werden durch hohe positive Korrelationen der Variablen "Wiesland", "Landwirtschaftsbetriebsdichte", "Obstbaumdichte" und mittlere negative Korrelationen der Variablen "Reliefenergie", "Gemeindefläche" sowie "Waldfläche".

Die Darstellung dieser beiden Faktoren in der gemeinsamen Faktorenebene (Fig. 2) zeigt, welche Information sie tatsächlich enthalten. Die Variablenkonfiguration lässt drei voneinander getrennte Büschel erkennen. Das Büschel auf dem negativen Pol des ersten Faktors stellt den Ackerbau, dasjenige nahe der positiven Achse des zweiten Faktors den Wiesbau (mit Obstbau) dar; dasjenige bei der positiven Achse des 1.Faktors beschreibt die hochgelegenen, niederschlagsreichen Gebiete mit Maiensässen, Weiden und einem relativ grossen Waldanteil.

Fig.3: DARSTELLUNG DER GRUPPEN AUF DEN HAUPTACHSEN



2. REGIONALISIERUNG MIT EINER MEHR AUF DIE LANDWIRTSCHAFTSSTRUKTUR VERLAGERTEN BASIS UND DEREN DIFFERENZIERUNG GEGEN DIE ERSTE BERGGEBIETSABGRENZUNG

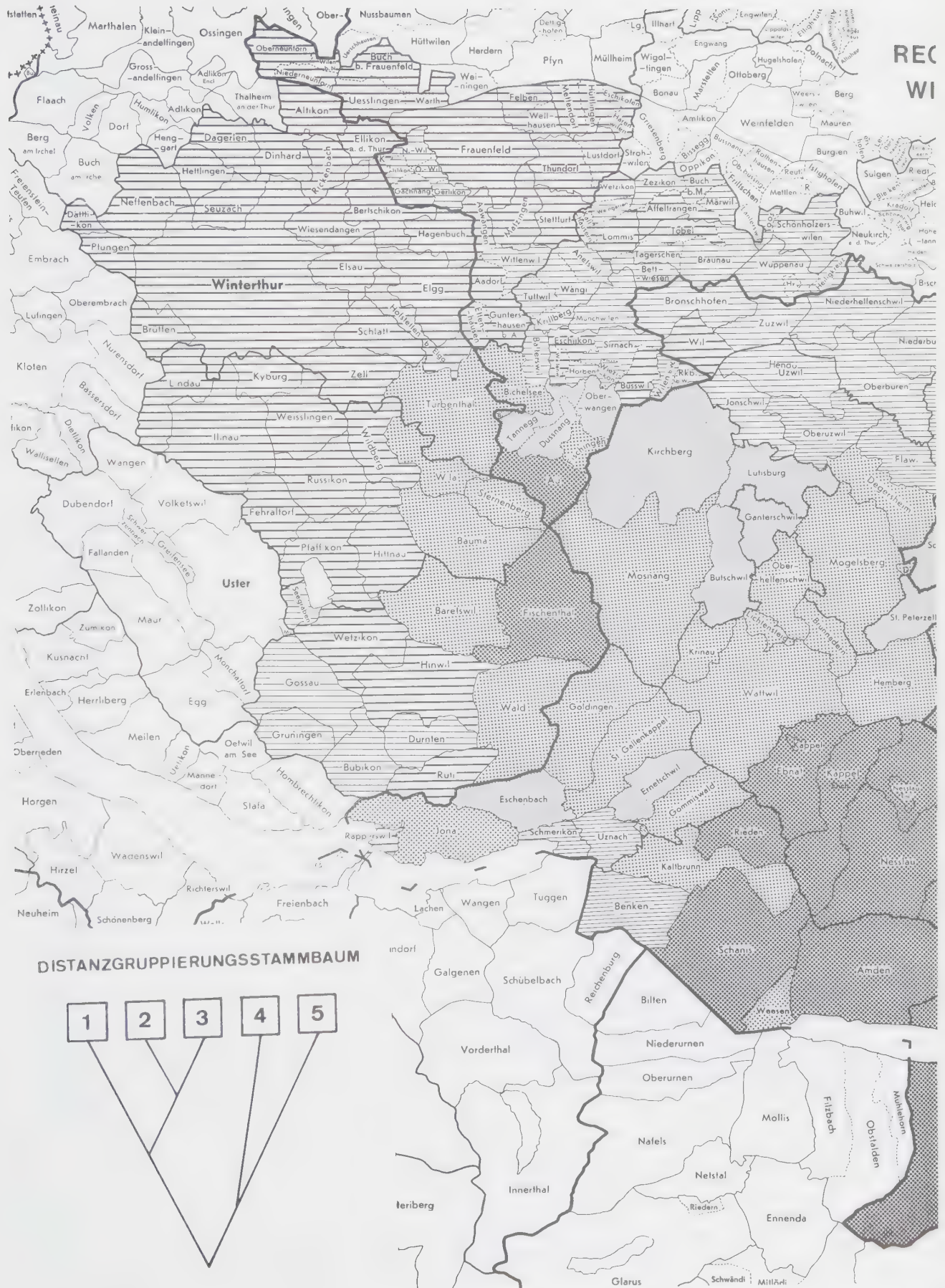
Die Regionalisierungsmethoden unterteilen das Untersuchungsgebiet in fünf Regionen. Wie ein Vergleich von Karte 2 mit Karte 1 zeigt, liegen zwei Regionen (Reg. 1 und 2) ganz im Berggebiet, zwei Regionen (4 und 5) im Tiefland und eine (3) in der näheren Umgebung der Berggebietsgrenze. Diejenigen Gemeinden der Region 3, die nach Karte 1 im Berggebiet liegen, wurden nachträglich zur Region 3a, und die übrigen Gemeinden zur Region 3b ausgeschieden. Nach dem Verlauf des Distanzgruppierungsstammbaumes (in Karte 2) sind die Regionen 1, 2 und 3 einander am ähnlichsten. Der Distanzzuwachsbetrag von 36,1 % (vergl. Fig. 1, Linienzug B) im letzten Gruppierungsschritt deutet darauf hin, dass sich die zwei Hauptregionen ((1,2,3) resp. (4 und 5)) immer noch deutlich, aber nicht mehr so stark wie bei der ersten Berggebietsabgrenzung voneinander unterscheiden. Ferner zeigt sich, dass die beiden im Berggebiet gelegenen Regionen einander am ähnlichsten sind.

In Fig. 3 sind auf den beiden Faktorenachsen die Regionen dargestellt. Vergleicht man ihre Lage mit der Variablenkonfiguration in der gemeinsamen Faktorenebene (Fig. 2), so kann man die Unterschiede zwischen ihnen recht gut erfassen. Die Regionen 1, 2 und 3 sind demzufolge vorwiegend Graswirtschaftsgebiete. Die Region 1 muss zudem über grössere Waldvorkommen verfügen. Die Region 3 unterscheidet sich von den ersten beiden Regionen durch Auftreten von Obstbau. Die Regionen 4 und 5 zeichnen sich durch Ackerbau besonders aus; dabei ist die Region 5 als die eigentliche Ackerbauregion im Untersuchungsgebiet zu bezeichnen.

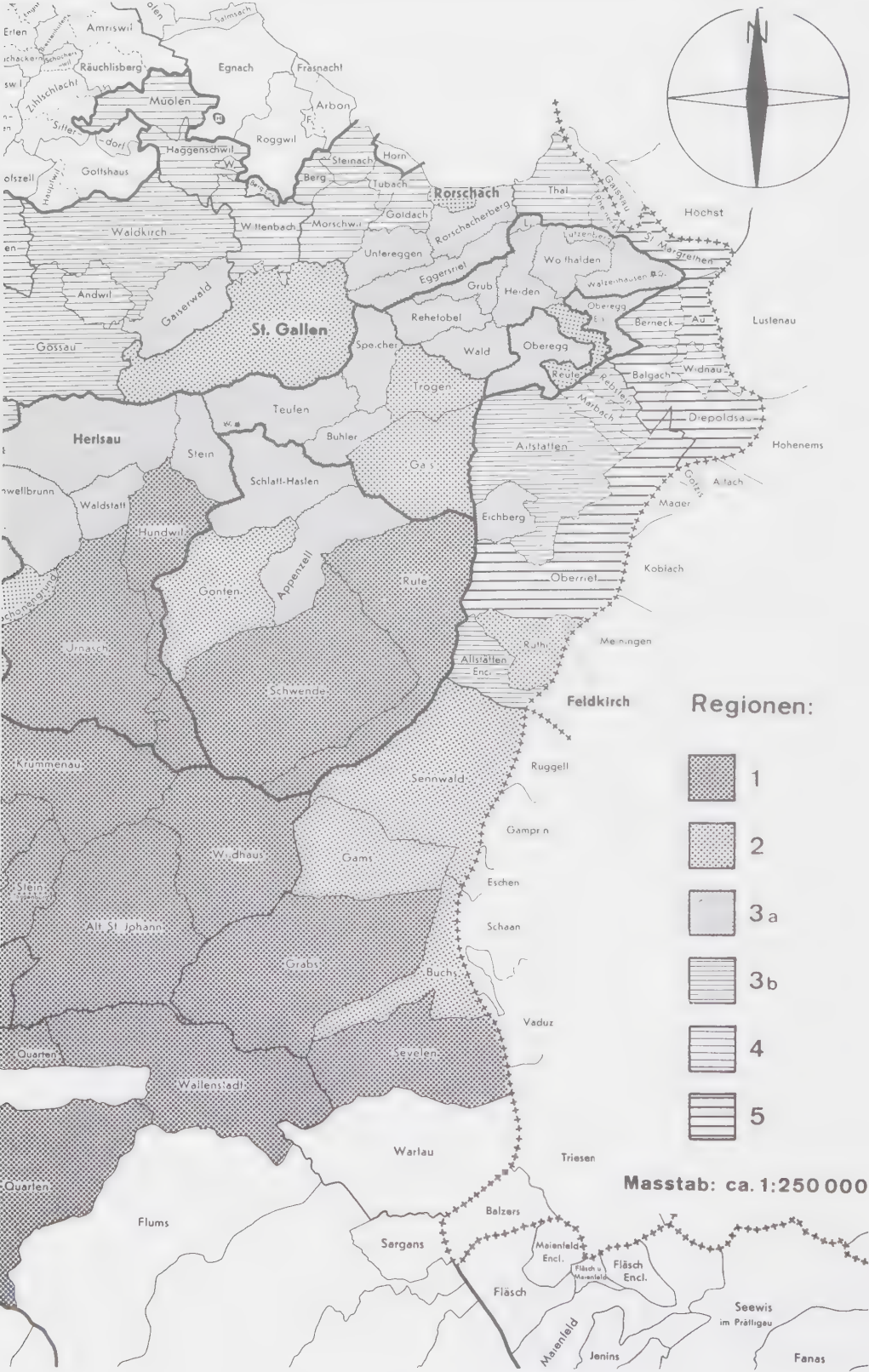
Charakterisierung der Regionen:

Aus den errechneten Mittelwerten auf den einzelnen Variablen können die fünf Regionen folgendermassen beschrieben werden:

- a) Der ersten im Berggebiet befindlichen Region gehören die am höchsten gelegenen Gemeinden, mit den grössten Höhenunterschieden und den ausgiebigsten jährlichen Niederschlagsmengen an. Maiensässe, Heueinschläge und Sömmerungsweiden sind besonders charakteristisch für diese Region. Die Landwirtschaftsbetriebsdichte und entsprechend auch die Bevölkerungsdichte sind sehr klein. Obwohl sich ein grosser Teil der Gemeindefläche landwirtschaftlich nicht nutzen lässt, bleiben die wesentlichen Betriebsgrössen wegen der extensiven Landnutzungsform gross. Die schlechten Bedingungen für die Landwirtschaft äussern sich in den ausgedehnten Wäldern.



REGIONALISIERUNG MIT EINER MEHR AUF DIE LAND-
WIRTSCHAFTSSTRUKTUR VERLAGERTEN BASIS



- b) Die "zweite, im Berggebiet gelegene Region" ist das Hauptverbreitungsgebiet der Weiden; Maiensässe und Heueinschläge bleiben aber immer noch bedeutend. Trotz der extensiven Landwirtschaft kann ein beachtlicher Teil der Gemeindefläche nicht genutzt werden. Die Region ist immer noch dünn besiedelt, doch bereits etwas stärker als die erste.

Der Region gehören aber auch einige ausgeprägte Talhanggemeinden an, wie Gams, Sennwald, Rüthi(SG) und Weesen, deren hauptsächlichster Siedlungsbereich die Kennzeichen der 4. oder 5. Region hat. Das Regionalisierungsverfahren vermochte keinen Regionstyp zu bilden, welcher der Situation im St.Galler Rheintal gerecht wird. Diese Unvollkommenheit hat ihren Ursprung nicht in der Methode, sondern im Informationsmangel des Ausgangsdatenmaterials, denn dieses vermittelt keine Auskunft über die räumliche Verteilung der Kulturen innerhalb des Gemeindegebietes.

Das Zusammenkommen so verschiedenartiger Gemeinden hat zur Folge, dass in dieser Region sogar Ackerbau betrieben wird.

Die sehr ausgedehnten Wälder bewirken, dass der Anteil der nutzbaren Gemeindefläche klein ist.

- c) Die dritte Region liegt teilweise im Berggebiet und teilweise im Tiefland. Sie zeichnet sich besonders durch Wiesland aus. Ihre Ähnlichkeit zu den Tieflandregionen zeigt sich besonders im Obstbau. Ackerbau tritt dagegen nur vereinzelt auf. Die Gemeinden dieser Region weisen die kleinsten wesentlichen Betriebsgrössen auf. Der geringe Anteil der landwirtschaftlich unproduktiven Fläche hat eine grosse Uebereinstimmung der produktiven mit der flächenmässigen Betriebsgrösse zur Folge.
- d) Bei der vierten Region besteht der grösste Teil des ausgedehnten Kulturlandes aus Wiesland. Der Bodenertrag wird durch den intensiven Obstbau reichlich erhöht. Auch der Ackerbau gelangt zu einiger Bedeutung. Einzelne Gemeinden zeichnen sich noch besonders durch Rebbau aus.

Die Gunst der Lage und das weitgehende Fehlen von Industrie bewirken einen sehr hohen Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche an der Gemeindefläche und die grössten "effektiven Betriebsgrössen". Die dichte Besiedlung ist jedoch für die grosse Landwirtschaftsbetriebsdichte verantwortlich. Man kann diese Region als Grasbau-Tieflandregion charakterisieren.

- e) Die fünfte Region ist die einzige mit Tabakanbau. Obstbau ist ebenfalls sehr verbreitet. Gegenüber der Grasbau-Tieflandregion zeichnet sie sich durch ausgedehntere Rebbaugebiete aus, hat jedoch den Nachteil grösserer Reliefenergie. Die physisch-geographischen Voraussetzungen liessen die Region zur Ackerbautieflandregion werden.

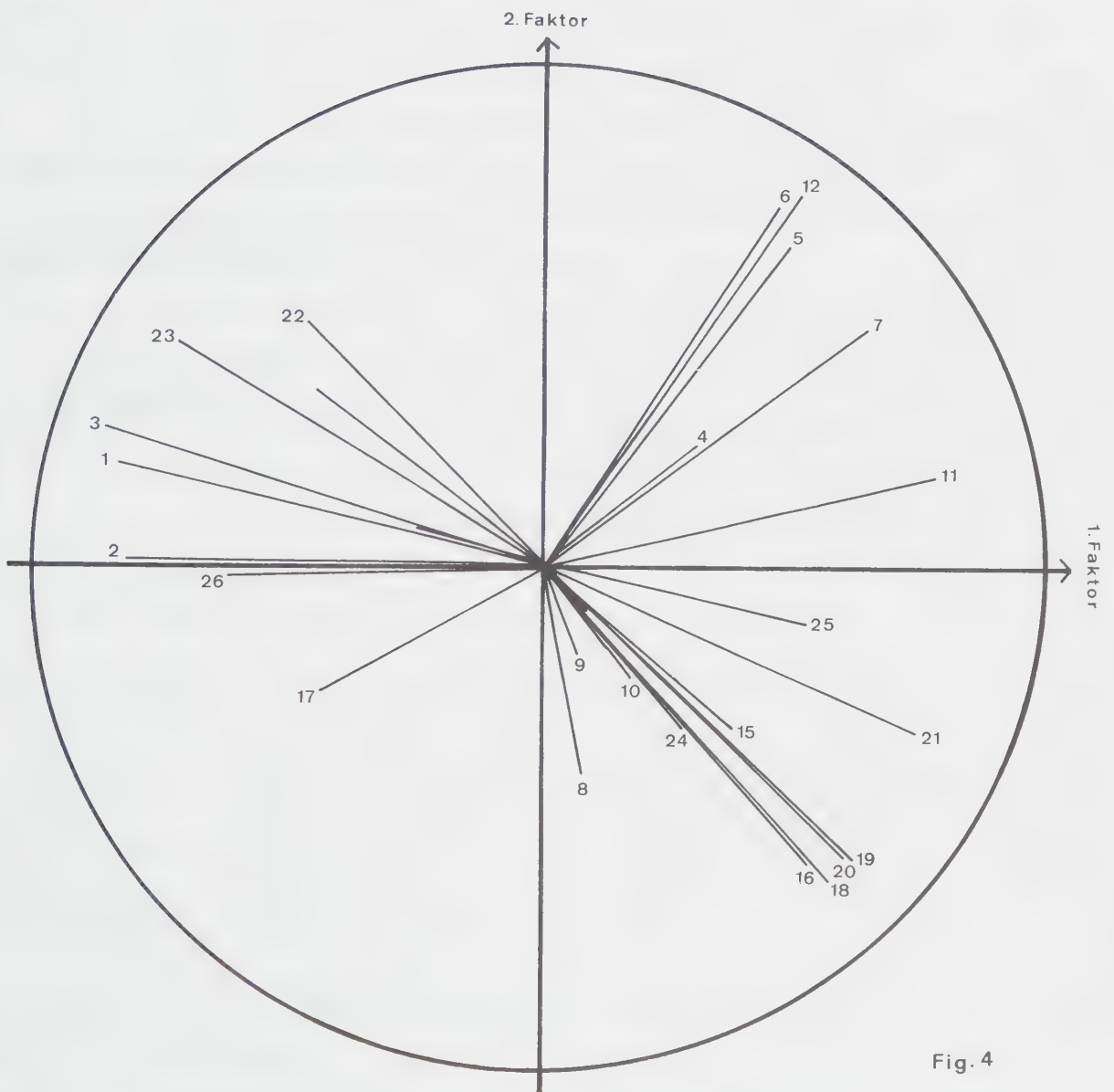
3. KANN AUCH DER ZWEITE FAKTOR NOCH BERGINFORMATION ENTHALTEN?

Dem Konzept der Faktorenanalyse gemäss ist der zweite unrotierte Faktor eine Information, die mit derjenigen des ersten unrotierten Faktors, dem Bergfaktor, nichts gemeinsam hat. Wie die Struktur des Bergfaktors in Kapitel A zeigte, wurde aus physisch-geographischer Sicht letzterer besonders durch die Höhenlage (Variablenvektor 1), die mittleren jährlichen Niederschlagsmenge (Vektor 3) und, wenn auch etwas weniger, so doch noch wesentlich durch die Reliefenergie (Vektor 2) geprägt. Andererseits zeigt nun die Struktur des zweiten unrotierten Faktors, dass dieser ebenfalls noch eine signifikante Korrelation mit der Variablen "Reliefenergie" besitzt. Betrachtet man in der gemeinsamen Faktorenebene (Fig. 2) die Winkel zwischen dem Reliefenergie-Variablenvektor (2) und den das Büschel der Hauptinformation des zweiten unrotierten Faktors bildenden Vektoren 5, 6 und 12, so sind zwischen der Reliefenergie und den Vektoren dieses Büschels mittlere Korrelationen festzustellen. Daraus kann geschlossen werden, dass der zweite Faktor nur bezüglich der Definition des Bergfaktors von Kapitel A keine Berginformation enthält, wohl aber für jeden andern möglichen (anders konstruierten) Bergfaktor noch eine solche besitzen muss. Wie man über eine Regionalisierung (als Zwischenschritt) zu einem neuen Bergfaktor gelangen kann, wird im nächsten Abschnitt gezeigt.

4. DER ERSTE DISKRIMINANZFAKTOR ALS MASS FÜR DIE BERGGEBIETS-ZUGEHÖRIGKEIT

In dieser Untersuchung gehen wir nicht wie in Kapitel 1 von den Gemeinden, sondern von den Regionen aus. Dabei wird die Karte 2, die hauptsächlich Regionen innerhalb des Berggebietes und innerhalb des Tieflandes enthält, als Basis verwendet. Die Frage lautet nun, welches sind die voneinander unabhängigen (orthogonalen) Achsen, mit denen die Gruppierung der Gemeinden im 27-dimensionalen Variablenraum möglichst einfach beschrieben werden kann? Hierfür wurde die Diskriminanzfaktorenanalyse verwendet. Sie brachte vier Faktoren hervor, die 64,81 %, 27,40 %, 6,10 % und 1,69 % der Varianz erklären. Mit zwei informationsstarken Faktoren können also wiederum die wichtigsten Unterschiede zwischen den Regionen erklärt werden.

Variablenkonfiguration in der Diskriminanzfaktorenebene



Die Konfiguration der Variablenvektoren in der gemeinsamen Diskriminanzfaktorenebene (Fig.4) erweckt auf den ersten Blick ein ganz ungewohntes Bild. Bei genauerer Betrachtung erkennt man jedoch, allerdings spiegelbildlich verkehrt und um $340-350^{\circ}$ "rotiert", die Konfiguration der beiden unrotierten Hauptachsen von Fig.2 wieder. Die Winkel zwischen den Vektoren und die Länge derselben sind nur wenig verändert worden. Entscheidender ist jedoch die veränderte Lage der Faktorenachsen. Der erste Diskriminanzfaktor — der wiederum als Bergfaktor gedeutet werden muss — liegt näher bei der Reliefenergie. Die Variablen "Mittlere Höhenlage" und "Mittlere jährliche Niederschlagsmenge" verfügen zwar auch auf diesem neuen Bergfaktor über die höchsten (negativen!) Korrelationen, doch haben diese im Vergleich zum ersten Bergfaktor (absolut betrachtet) abgenommen. Ferner besitzt nun die Variable "Mittlere jährliche Niederschlagsmenge" die absolut höchste Korrelation. Der neue Bergfaktor zeichnet sich wiederum durch eine ausgesprochen bipolare Struktur aus. Die Pole sind jedoch gegenüber dem ersten Bergfaktor vertauscht. Auf dem positiven Pol des Faktors sind die Vektoren der Variablen "Obstbaumdichte", "Anteil des Wieslandes" und die Variablen der "Landwirtschaftsbetriebsdichten" näher zur Achse hingerückt, diejenigen des Ackerbaus dagegen weiter weg. Dem Obst- und dem Wiesbau wird also auf dem neuen Bergfaktor eine grössere, dem Ackerbau eine kleinere Bedeutung beigemessen.

Struktur des neuen Bergfaktors:

-0.869 Niederschlag (Var.3)	0.782 Obstbaumdichte (Var.11)
-0.842 Höhenlage (Var.1)	0.735 Traktoren (Var.21)
-0.825 Reliefenergie (Var.2)	
-0.733 Heuerntemaschinen (Var.23)	0.646 Landw. Nutzfläche (Var.7)
-0.622 Gemeindefläche (Var.26)	0.621 Gerstenanbaufläche (Var.19)
	0.611 Maisanbaufläche (Var.20)
	0.570 Weizenanbaufläche (Var.18)
	0.535 Kartoffelanbaufläche (Var.16)
	0.524 Zugtierdichte (Var.25)
	0.506 Wieslandfläche (Var.12)
	0.488 Landwirtschaftsbetriebsdichte (Var.5)
-0.474 Einachstraktoren (Var.22)	0.465 Landwirtschaftsbetriebsd.,hauptamt.(V.6)
-0.458 Maiensässe (Var.14)	
-0.443 Waldfläche (Var.17)	0.384 Feldgemüsefläche (Var.15)
	0.305 Bevölkerungsdichte (Var.4)
	0.285 Mähdrescherdichte (Var.22)
-0.254 Weiden (Var.13)	0.181 Rebbaufäche (Var.10)
	0.088 Effektive Betriebsgrösse (Var.8)
	0.086 Landw.unprod.Fläche (Var.27)
	0.069 Tabakanbaufläche (Var.9)

Durch die Verwendung dieses neuen Bergfaktors erhalten wir die:

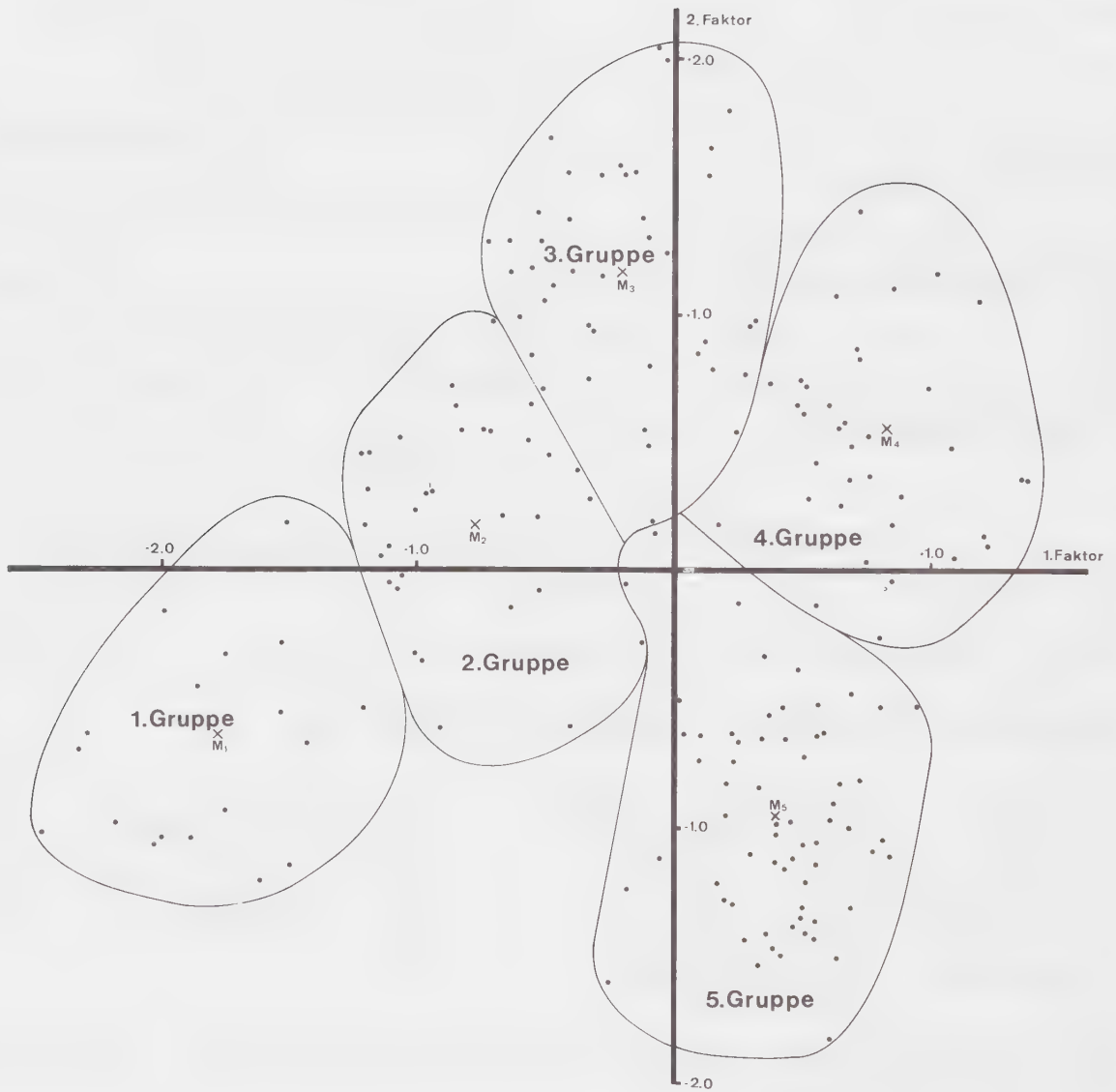
Gemeinden mit den höchsten Berggebietszugehörigkeitswerten

1. Quarten	-2.478	7. Stein (Toggenb.)	-1.983	13. Urnäsch	-1.535
2. Wildhaus	-2.333	8. Krummenau	-1.882	14. Ebnat-Kappel	-1.534
3. Amden	-2.290	9. Nesslau	-1.764	15. Hundwil	-1.512
4. Alt St.Johann	-2.187	10. Rüte	-1.753	16. Sevelen	-1.497
5. Schwende	-2.040	11. Grabs	-1.752	17. Schänis	-1.428
6. Walenstadt	-1.993	12. Rieden	-1.631		

Mit diesem neuen Bergfaktor wird im nächsten Abschnitt eine neue Berggebietsabgrenzung ausgeführt.

Der zweite Diskriminanzfaktor hält den Gegensatz zwischen Ackerbau und Graswirtschaft fest. In Fig. 3 ist die Lage der Regionen auf den beiden Hauptachsen dargestellt. Dieser Darstellung wird in Fig. 5 diejenige auf den beiden Diskriminanz-

Fig.5: DARSTELLUNG DER GRUPPEN AUF DEN DISKRIMINANZFAKTOREN



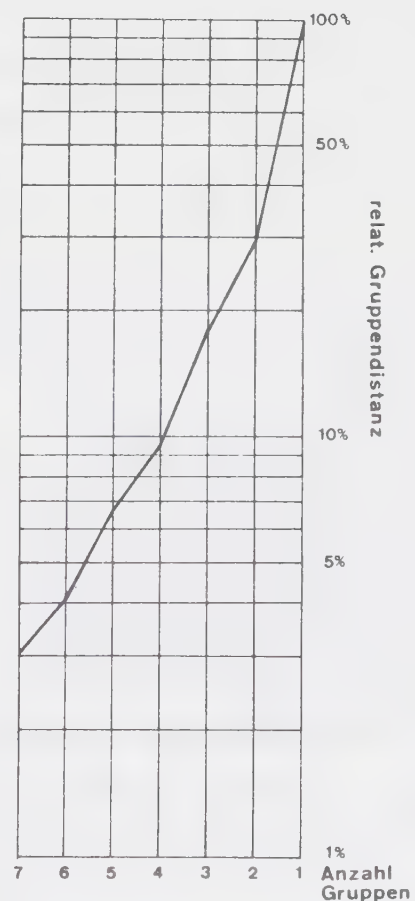
faktorenachsen gegenübergestellt. Ein Vergleich der Variablenkonfiguration in der gemeinsamen Diskriminanzfaktorenebene (Fig. 4) mit der Lage der Regionen auf den beiden Diskriminanzfaktorenachsen (Fig. 5) würde wieder zur gleichen Beschreibung der Regionen führen wie in Abschnitt 2. Es lässt sich sogar noch besser erkennen, dass sich die Region 1 besonders durch ihren grossen Waldbestand von der Region 2, andererseits die Region 4 sich besonders durch den Obstbau von der Region 3 unterscheidet.

5. NEUE ABGRENZUNG DES BERGGEBIETES UND DEREN DIFFERENZIERUNG GEGEN DIE ERSTE ABGRENZUNG

Mit dem ersten Diskriminanzfaktor, dem neuen Bergfaktor, wurde eine Distanzgruppierung durchgeführt. Die sich daraus ergebende Zunahme der Gruppendistanz für die sechs letzten Gruppierungsschritte ist in Fig. 6 dargestellt. Aus dem steilen Verlauf des Linienzuges zwischen zwei und einer Gruppe ergeben sich zwei Hauptgruppen à je zwei Regionen, wie sie im Distanzgruppierungsstammbaum in Karte 3 aufgezeichnet sind.

Das anschliessend durchgeführte iterative Trennverfahren ergab keine wesentlichen Änderungen der Gruppen. Wie weiter aus Karte 3 ersichtlich ist, stimmen die beiden neuen Hauptgruppen mit denjenigen der ersten Berggebietsabgrenzung weitgehend überein. Die beiden Gruppen sind deshalb wiederum als Berggebiet (punktierte Fläche) und Tiefland (schraffierte

Figur 6



Fläche) anzusprechen. Die Regionen 2 und 3 (siehe Distanzgruppierungsstammbaum) stellen die Berggebiets- resp. die Tieflandübergangsregion dar.

Die 217 Gemeinden des Untersuchungsgebietes verteilen sich wie folgt auf die Regionen:

Region	Anzahl Gemeinden	relat. Anteil
1. Berggebietsregion	17	7,83 %
2. Berggebiets-Uebergangsregion	56	25,81 %
Berggebiet:	73	33,64 %
3. Tiefland-Uebergangsregion	45	20,74 %
4. Tieflandregion	99	45,62 %
Tiefland:	144	66,36 %

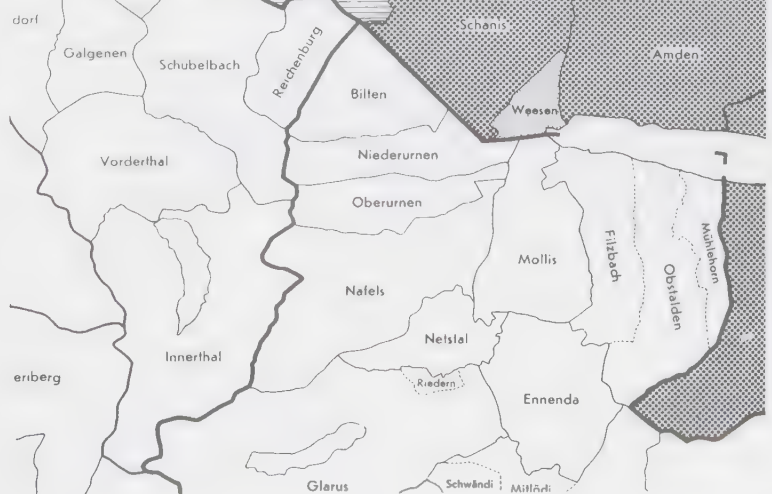
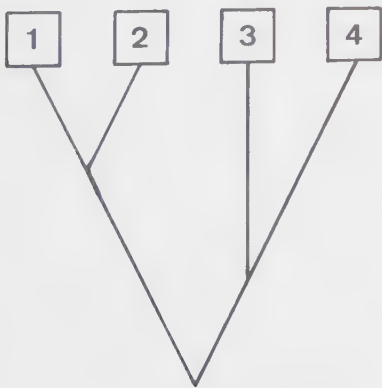
Differenzierung gegen die erste Berggebietsabgrenzung:

Mit der stärkeren Betonung der Reliefenergie fallen die früheren Tieflandgemeinden Kyburg, Wiezikon und Rorschach jetzt neu ins Berggebiet. Die Gemeinden Jona, Eschenbach, Bichelsee, Kirchberg, Bütschwil, Ganterswil, Gaiserwald, Eggersriet, Rorschacherberg, Wolfhalden, Lutzenberg und Eichberg, die nach Karte 1 der dritten Berggebietsregion angehörten, werden nun zu Tieflandgemeinden. Ebenso liegen nun die sich anfangs in der zweiten Bergregion befindenden Gemeinden Walzenhausen, Stein (AR) und Herisau gleichfalls im Tiefland.

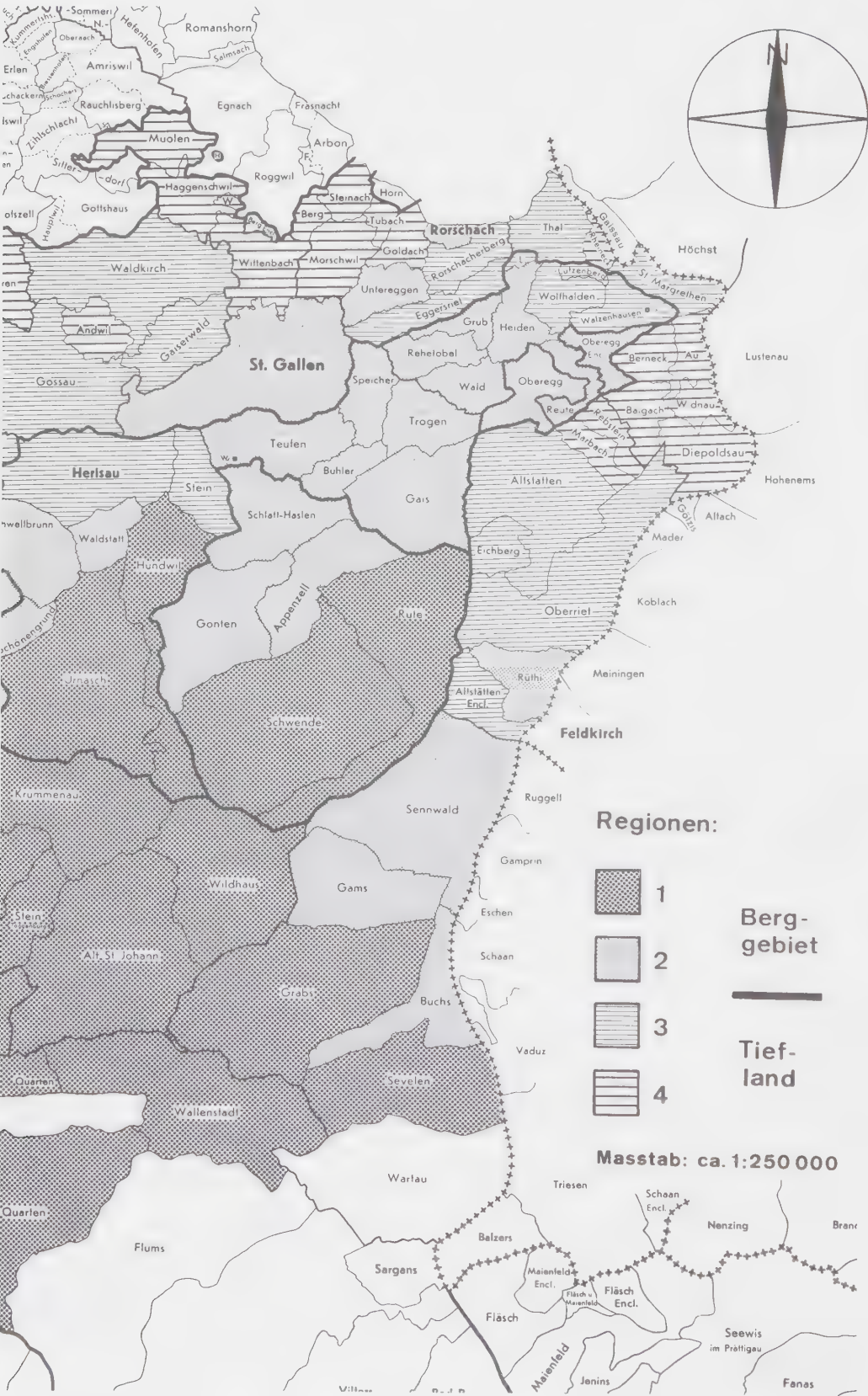
Die ersten Berggebietsregionen von Karte 1 und 2 zeigen eine weitgehende Uebereinstimmung. In der neuen Regionalisierung (Karte 3), in der sich nur zwei Regionen im Berggebiet ergaben, kamen die Gemeinden Schänis, Ebnat-Kappel und Sevelen neu zur ersten Bergregion. Gonten andererseits fiel aus der ersten in die zweite Region. Ein Vergleich von Karte 3 mit Karte 2 (Regionalisierung mit einer mehr auf die Landwirtschaftsstruktur verlagerten Basis) ergibt sogar eine vollständige Uebereinstimmung der beiden Regionen 1. Die Region 3 in Karte 2, die teilweise im Berggebiet und teilweise im Tiefland liegt, reicht damit auch in der neuen Berggebietsabgrenzung nicht bis in die innere Berggebietsregion hinein.



DISTANZGRUPPIERUNGSTAMMBAUM



ZWEITE BERGGEBIETSABGRENZUNG



Die zweite Berggebietsgrenze unterscheidet sich somit von der ersten im wesentlichen dadurch, dass sie sich etwas mehr gegen das Berggebiet hin verschoben hat!

Vergleicht man die zwei bis anhin berechneten Berggebietsgrenzen mit den beiden bereits bekannten, speziell für die Landwirtschaft ermittelten (Abteilung für die Landwirtschaft: Landeskarte der Schweiz, "Berggebiete"; sowie EVD-Abteilung für Landwirtschaft: Produktionskataster, "Die Zonen des Viehwirtschaftskatasters"), so liegen die in dieser Arbeit konstruierten Grenzen generell etwas mehr gegen das Tiefland hin verschoben. Dabei kommt die zweite, aus einer mehr auf die Landwirtschaftsstruktur verlagerten Basis hervorgegangene Abgrenzung der bereits bekannten näher. Ein exakter Vergleich kann jedoch nicht angestellt werden, da

1. die Abgrenzungen von einem teilweise unterschiedlichen Datenmaterial ausgehen,
2. die Grenzen in dieser Arbeit an die Gemeindegrenzen gebunden sind, und
3. die Untersuchung "nur" auf ein ausgewähltes Gebiet beschränkt werden musste.

C) DRITTE BERGGEBIETSABGRENZUNG (BEI ERWEITERTEM DATENMATERIAL)

1. ERWEITERUNG DES DATENMATERIALS

In diesem Kapitel wird der Variablensatz um folgende sieben Merkmale erweitert:

- 28. Anteil der im primären Wirtschaftssektor Beschäftigten (in %)
- 29. Anteil der im sekundären Wirtschaftssektor Beschäftigten (in %)
- 30. Anteil der im tertiären Wirtschaftssektor Beschäftigten (in %)
- 31. Anteil der in Betrieben Beschäftigten (in %)
- 32. Anteil der im primären Wirtschaftssektor Berufstätigen (in %)
- 33. Anteil der im sekundären Wirtschaftssektor Berufstätigen (in %)
- 34. Anteil der im tertiären Wirtschaftssektor Berufstätigen (in %)

Mit diesem erweiterten Datensatz wurde das Vorgehen von Kapitel B wiederholt. Es wird nun untersucht, wie sich die verschiedenen Regionalisierungen durch die Erweiterung der Informationsbasis verändern.

2. REGIONALISIERUNG MIT EINER ERWEITERTEN UND VERLAGERTEN INFORMATIONSBASIS UND DEREN DIFFERENZIERUNG GEGEN DIE ERSTE BERGGEBIETSABGRENZUNG

a) Faktoren:

Die Hauptkomponentenanalyse ergab sechs Faktoren mit Eigenwerten grösser als 1,0. Von diesen Faktoren erklärten die ersten drei Faktoren mit Eigenwerten von 9,036 (26,6 %), 6,476 (19,6%) und 4,250 (12,5 %), total 58,7 % der Varianz aller Variablen. Die letzten drei Faktoren besaßen Eigenwerte, die nur knapp über 1,0 lagen. In diesem sechsfaktorigen Beispiel wurden sowohl schiefwinklig- als auch orthogonalrotierte Lösungen analysiert; in beiden Fällen ergaben sich jedoch interpretativ keine besseren Lösungen, als wenn nur 3 Faktoren berücksichtigt wurden. Auf eine Verwendung von sechs Faktoren konnte deshalb verzichtet und die Untersuchung nur mit 3 Faktoren ausgeführt werden.

Von diesen drei Faktoren entsprechen der erste und dritte Faktor (weitgehend) den beiden unrotierten Faktoren von Kapitel B. Die neuhinzugekommenen Merkmale bilden einen eigenen Faktor; er enthält eine ganz neue Information.

Die drei Hauptachsen wurden rotiert. Die erste und dritte rotierte Hauptachse entsprechen ebenfalls den beiden rotierten von Kapitel B. Der erste rotierte Faktor stellt somit erneut ein Mass für den Talackerbau dar; der dritte Faktor erfasst wiederum Gemeinden mit viel Wiesland, einem grossen Anteil von Nutzland, sowie grosser Landwirtschaftsbetriebsdichte.

Der zweite Faktor zeichnet sich wie der erste durch eine ausgesprochen bipolare Struktur aus. Von der Rotation wurde er praktisch nicht erfasst. Die folgende Darstellung gibt seine Struktur wieder; dabei wurden nur Variablen aufgeführt, deren Korrelation grösser als 0.350 ist.

Struktur des zweiten Faktors:

-0.987	Anteil der im primären Wirtschaftssektor Berufstätigen	
-0.974	Anteil der im primären Wirtschaftssektor Beschäftigten	
	Anteil der in Betrieben Beschäftigten	0.932
	Bevölkerungsdichte	0.883
	Anteil der im sekundären Wirtschaftssektor Berufstätigen	0.855
	Anteil der im sekundären Wirtschaftssektor Beschäftigten	0.803
	Anteil der im tertiären Wirtschaftssektor Berufstätigen	0.579

Der Faktor unterscheidet seiner Struktur gemäss die Gemeinden in Landwirtschaftsgemeinden und solche, in denen die Bevölkerung vorwiegend in Industrie, Gewerbe und Handel tätig ist.

Anhand der Werte auf diesem Faktor ergeben sich die beiden folgenden Tabellen:

Gemeinden mit dem grössten landwirtschaftlichen Einschlag:

1. Harenwil	-2.209	6. Hemberg	-1.654
2. Buch bei Frauenfeld	-1.801	7. Wuppenau	-1.620
3. Wetzikon (TG)	-1.754	8. Krillberg	-1.606
4. Zezikon	-1.729	9. Braunau	-1.602
5. Au (TG)	-1.722	10. Heiligkreuz	-1.551

Gemeinden mit dem kleinsten landwirtschaftlichen Einschlag:

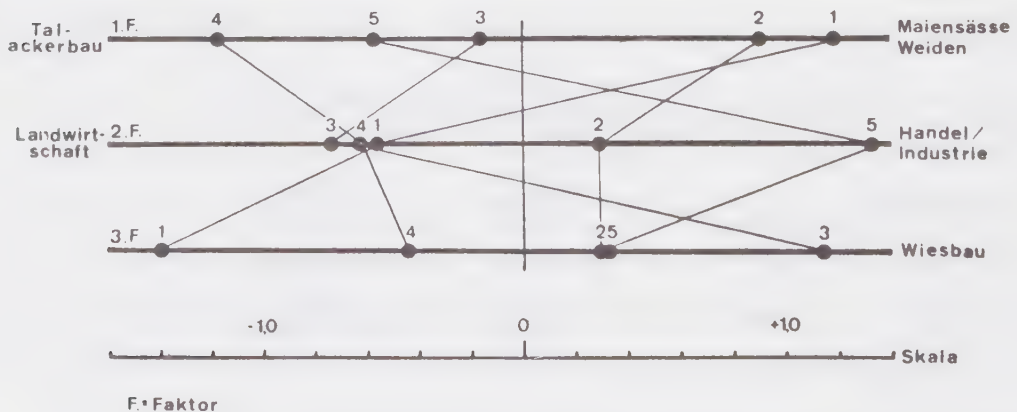
1. Rapperswil	3.053	6. Winterthur	1.824
2. Rorschach	2.780	7. Widnau	1.819
3. Rheineck	2.130	8. St. Margrethen	1.816
4. Goldach	1.950	9. Au (SG)	1.804
5. St. Gallen	1.862	10. Wil (SG)	1.616

b) Regionalisierung und Differenzierung gegen die erste Berggebietsabgrenzung:

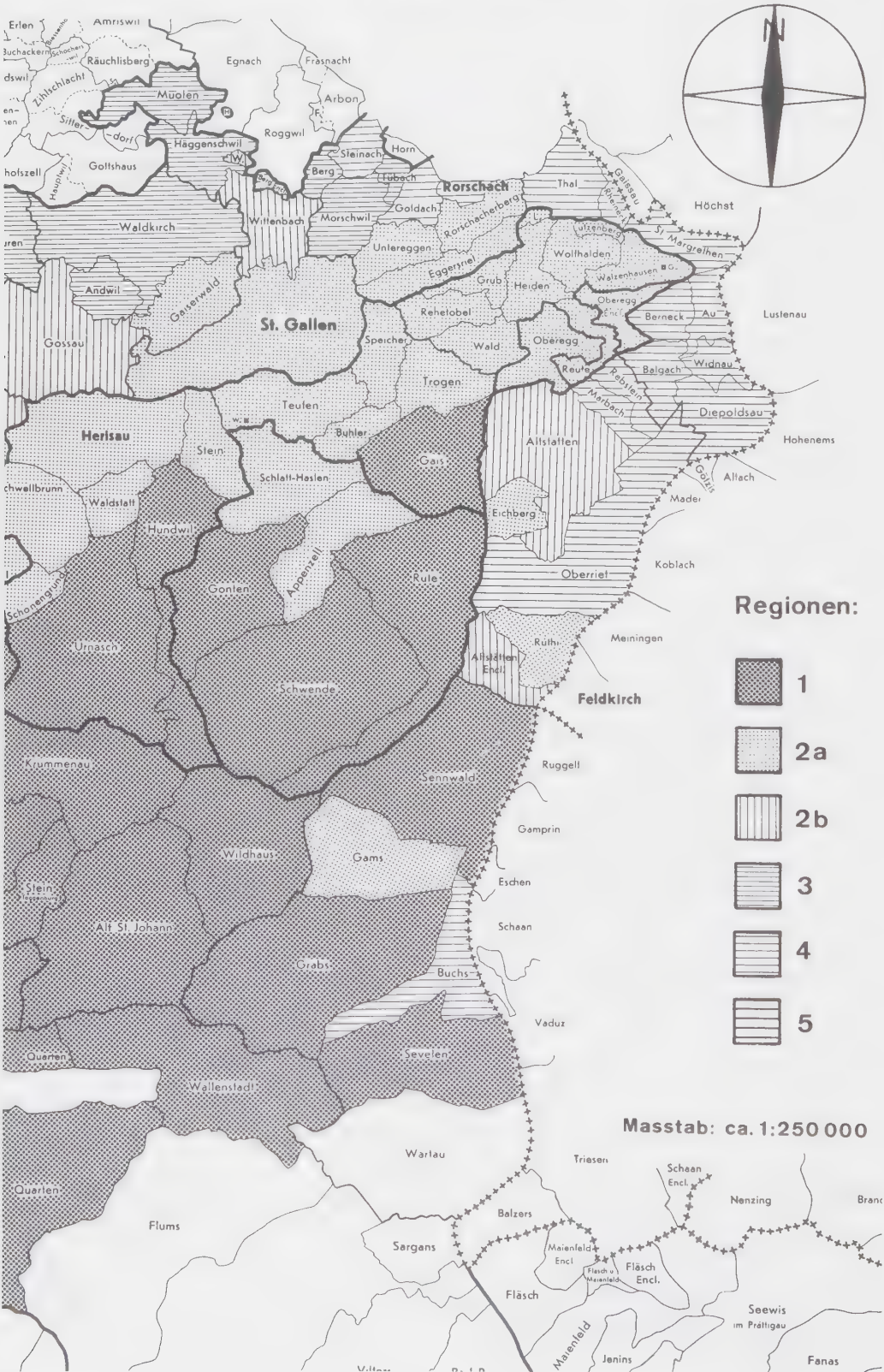
Die relative Gruppendifferenzzunahme (Fig. 1, Linienzug C) empfahl die Wahl von fünf Gruppen, die ausserdem für den Vergleich mit den andern Regionalisierungen besonders vorteilhaft ist. Wie Karte 4 veranschaulicht, befindet sich nur noch die neue Region 1 ganz innerhalb des Berggebietes (von Karte 1); die Region 2 (unterteilt in 2a und 2b) liegt mit ihrer Unterregion 2a im Berggebiet und der Unterregion 2b im Tiefland. Die restlichen drei Regionen gehören dem Tiefland an. Eine Ausnahme bildet die Gemeinde Buchs, die als einzige Berggebietsgemeinde der neuen Region 5 am nächsten steht. Sie ist auch im Regionalisierungsverfahren als ein Spezialfall zu betrachten, da sie praktisch mit der selben Mutmasslichkeit auch der Region 2 zugerechnet werden kann. Die Gemeinde Buchs liegt damit unmittelbar auf der Grenze zwischen der Region 5 und 2.

Kurze Charakterisierung der Regionen anhand der Gruppenmittelwerte auf den einzelnen Faktoren und Variablen:

Fig.7: Darstellung der Gruppenmittelwerte auf den Faktorenachsen



LISIERUNG MIT EINER ERWEITERTEN UND VERLAGERTEN BASIS



1. Region: Wie die Lage ihrer Mittelwerte auf dem ersten und zweiten Faktor (Fig.7) zeigt, sind in ihr Maiensässen und Weiden weitaus am stärksten vertreten. Sie ist wie die dritte und vierte Region ein Landwirtschaftsgebiet. Grosse Gebiete sind mit Wald bedeckt.
2. Region: Der Anteil der Maiensässen und Weiden ist zugunsten des Wieslandes zurückgegangen. Obwohl der Waldanteil im Vergleich zur ersten Region abgenommen hat, bleibt er immer noch beträchtlich. In den grossflächigen Gemeinden wird die Betriebsgrösse durch die hohe Landwirtschaftsbetriebsdichte kleingehalten.

Die Lage des Mittelwertes auf dem zweiten Faktor weist darauf hin, dass ein Teil der Bevölkerung in den Berufen von Industrie und Gewerbe (Heimarbeit, Kleinbetriebe) tätig ist. Historisch ist die Entwicklung der Industrie zu einem grossen Teil auf die Piedmontlage der Region zurückzuführen.
3. Region: Besonders kennzeichnend für die dritte Region ist die grosse Landwirtschaftsbetriebsdichte, trotz der eher kleinen Gemeindeflächen. Dabei steht der Wiesbau im Vordergrund. Dies dürfte gegenüber den anderen Tieflandregionen eine Folge der ausgiebigeren Niederschlagsmengen sein.

Neben dem Obstbau spielt auch der Anbau von Weizen, Kartoffeln, Gerste und Mais eine gewisse Rolle.
4. Region: Sie kann kurz als Ackerbautieflandregion umschrieben werden. Dank der niedrigen Höhenlage ist die Region relativ niederschlagsarm. Die geringe Kupiertheit des Geländes gestattet eine gute Mechanisierung in der Landwirtschaft. Wegen der im Vergleich zu Region 5 etwas weiteren Marktentfernung, tritt der Gemüseanbau in den Hintergrund. Dagegen zeichnen sich in ihr die übrigen Ackerbaukulturen durch die ausgedehntesten Anteile gegenüber denjenigen in allen andern Regionen aus. Ein beachtlicher Teil des ackerbaulich nicht genutzten Landes wird von Wald bedeckt.

Die Landwirtschaftsbetriebe besitzen die ausgedehntesten rein produktiven Betriebsgrössen. Mit der relativ kleinen Bevölkerungsdichte geht die geringe Dichte der Landwirtschaftsbetriebe einher.
5. Region: Besonders charakteristisch für die Region ist der hohe Anteil an Beschäftigten und Berufstätigen in der Industrie (hoher positiver Wert auf dem zweiten Faktor). Der tertiäre Sektor bleibt etwas weniger ausgeprägt als der sekundäre. Dank der bedeutenden Industrie verzeichnet die Region die grösste Bevölkerungsdichte.

Landwirtschaftlich überwiegt der Ackerbau. Infolge der Nähe zu den nicht-landwirtschaftlichen Siedlungsgebieten ist der Anbau von Feldgemüse verbreitet. Kartoffeln, Gerste und Mais werden häufiger angebaut als Weizen. Ausserdem verfügt die Region über einen grossen Obstbaumbestand. Die klimatische Gunst der Region wird durch das Vorkommen von Reben und Tabak unterstrichen. Viele Landwirtschaftsbetriebe werden nur nebenberuflich geführt und sind ausserdem klein.

Bemerkungen zur Regionalisierung:

Die Regionalisierung arbeitet die Hauptlandwirtschaftsgebiete klar heraus. Gegenüber den früheren Regionalisierungen tritt nun bei obiger Charakterisierung der fünf Regionen erstmals die Aussage über Handel und Industrie auf. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ein neuer Faktor, nämlich der zweite, in dieser Untersuchung zusätzlich berücksichtigt wurde. Da sich dieser zweite Faktor hauptsächlich aus Information der neu hinzugenommenen Variablen (28-34) zusammensetzt, ist also das Auftreten von Industrie und Handel in der fünften und zweiten Region eine Folge dieser Variablen-erweiterung. Daraus darf geschlossen werden, dass beim Erweitern der Gesamtinformation mit bergcharakter-fremden Variablen nur eine weitere Differenzierung im Tiefland und dem Uebergangsgebiet, nicht aber im eigentlichen Berggebiet erfolgt.

Die Verkehrswege treten nun stärker in Erscheinung. So stossen die Toggenburger-Gemeinden zwischen Lütisburg und Wattwil wie ein Keil der Uebergangsregion in die ganz im Berggebiet gelegene 1. Region vor. In Wattwil vereinigt sich der "Toggenburgerkeil" mit dem "Rickenpasskeil".

Am Westrand des Berggebietes erhalten die Gemeinden Turbenthal, Wila, Bauma einerseits, und Jona andererseits ihre Zugehörigkeit zur 2.Region durch das Tösstal beziehungsweise durch das Jonatal. Die Gemeinde Fischenthal liegt am Ende der beiden Verkehrsachsen und wird daher von diesen nur noch schwach erfasst. Fischenthal wurde deshalb nicht der Uebergangsregion zugeordnet.

Selbst die Eisenbahnverbindung zwischen Bauma und Wetzikon wirkt sich durch ihren Verkehr in der Regionalisierung aus (Bäretswil und Hinwil). Gleiches wie für das Töss- und Jonatal gilt auch für das Murgtal (Fischingen, Tannegg, Dussnang, Oberwangen, Wiezikon), das Neckertal (Ganterschwil, Oberhelfenschwil) und das Sittertal (Appenzell, Schlatt-Haslen, Bühler, Teufen).

Die Verkehrsadern treten auch im Tiefland in Erscheinung, z.B. im St.Galler Rheintal und bei den Ausgängen obiger Täler aus dem Berggebiet (Uznach, Rüti, Wetzikon, Wil).

Einige Gemeinden (Gais, Mogelsberg, Ebnat-Kappel, Brunnadern und Sennwald) sind erst mit dem Bestreben, möglichst homogene Regionen zu schaffen (iteratives Trenn-

verfahren), zur Region 1 gestossen. Ihre Aehnlichkeit zu den Gemeinden der Region 2 ist dementsprechend gross. Ferner sind die Gemeinden Bichelsee, Oberwangen, Eichberg und Kirchberg aus obigem Grund erst nachträglich aus der Region 3 in die Region 2 gekommen.

Ein nicht mit den multivariaten Regionalisierungsmethoden Vertrauter mag überrascht sein, dass die Gemeinde St. Gallen beispielsweise im Gegensatz zu Rüthi (ZH), Wetzikon u.s.w. nicht zur Region 5 gehört, obwohl ihr Anteil an Berufstätigen im sekundären und tertiären Wirtschaftssektor (und damit auch ihr Wert auf dem zweiten Faktor) grösser ist. Man muss sich dabei erinnern, was die Eigenschaft multivariat im Regionalisierungsverfahren miteinbegreift: Die Gemeinden werden nicht aufgrund einer einzigen, sondern mehrerer Merkmalsachsen gleichzeitig gruppiert. Da im verwendeten Gruppierungsverfahren die Gruppierung nicht auf den Achsen, sondern zwischen ihnen vollzogen wird, können Gemeinden mit sehr ähnlichen Werten auf einer Achse trotzdem zwei verschiedenen Regionen angehören.

Da ferner am Ende einer Regionalisierung alle Gemeinden eingeordnet sein müssen, gilt es zu beachten, welche Gemeinden typisch resp. atypisch für eine Region sind. Grub, Degersheim und Gaiserwald (Region 2) sowie Eschlikon, Sirnach und Henau-Uzwil (Region 5) beispielsweise, vertreten ihre Region gut; Schlatt-Haslen und St. Gallen sowie Buchs und Elsau sind nicht sehr typisch für ihre Region. Dies äussert sich auch darin, dass die Region 2 gesamthaft betrachtet zwar eine grössere Aehnlichkeit zur Region 1 aufweist, einzelne Gemeinden wie Wittenbach, Flawil, Gossau, Oberuzwil, Wilen bei Wil, Wiezikon, Wila, Hinwil, Jona, Altstätten und Eichberg den andern drei Regionen aber näher stehen. Bei den übrigen Gemeinden der Region 2 sind die Verhältnisse uneinheitlich; die Gemeinden des St.Galler-Rheintales verzeichnen beispielsweise die grösste Aehnlichkeit zur Region 5 (Ausnahme: Sevelen). In der ersten Region befinden sich andererseits Gemeinden, die ausnahmslos nur mit denjenigen der zweiten am meisten gemeinsam haben. Umgekehrt besitzen alle Gemeinden der drei Tieflandregionen die kleinste Mutmasslichkeit für die einzige ganz im Berggebiet gelegene Region.

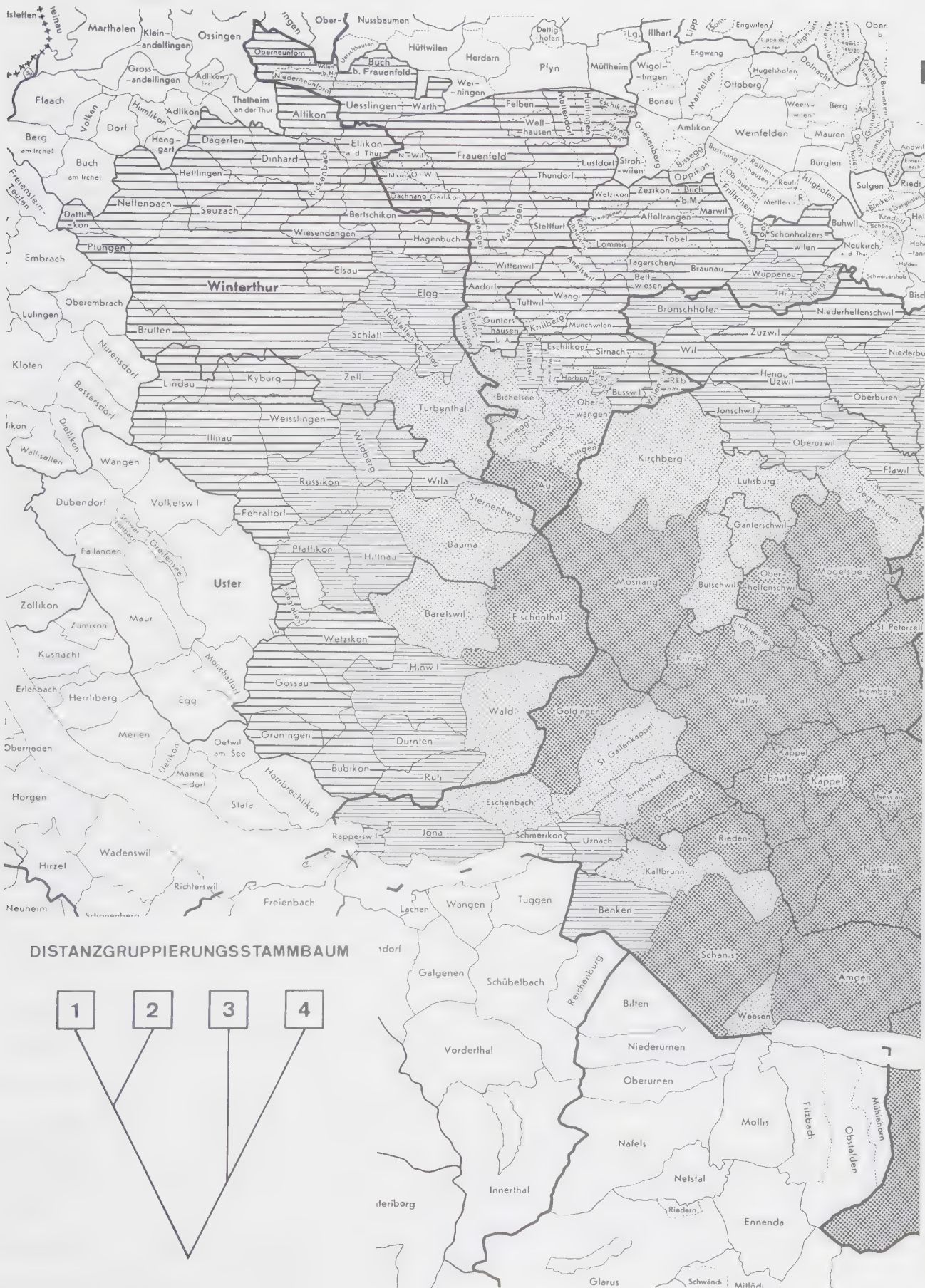
An der besprochenen Regionalisierung wurde wiederum eine Diskriminanzfaktorenanalyse ausgeführt. Daraus ergab sich die:

3. BERGGEBIETSABGRENZUNG MIT DEM NEUEN ERSTEN DISKRIMINANZFAKTOR

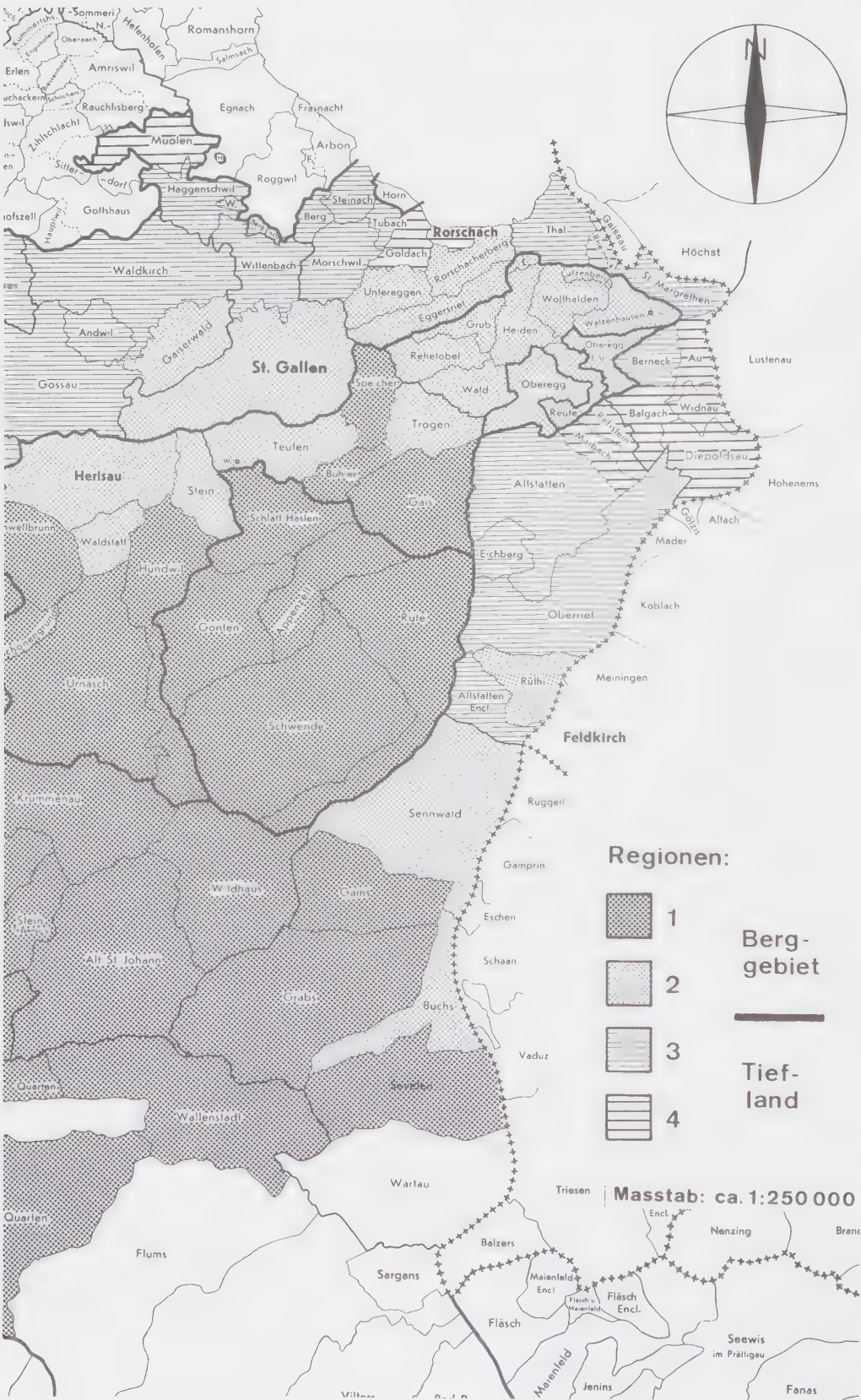
Die Analyse enthielt vier Diskriminanzfaktoren, von denen der letzte bedeutungslos (da nicht signifikant) war. Der erste Faktor liess sich erneut als Bergfaktor erkennen. Er weist folgende Struktur auf:

-0.899 Höhenlage (Var.1)	
-0.898 Niederschlagsmenge (Var.3)	
-0.834 Dichte von Heuerntemaschinen (Var.23)	
	0.825 Dichte von Traktoren (Var.21)
	0.800 Gerstenanbaufläche (Var.19)
	0.783 Maisanbaufläche (Var.20)
	0.762 Weizenanbaufläche (Var.18)
-0.753 Reliefeenergie (Var.2)	
	0.717 Kartoffelanbaufläche (Var.16)
	0.679 Obstbaumdichte (Var.11)
-0.616 Dichte von Einachstraktoren (Var.22)	
-0.597 Gemeindefläche (Var.26)	
-0.569 Maisensässen, etc. (Var.14)	
	0.493 Zugtierdichte (Var.25)
	0.453 Feldgemüsefläche (Var.15)
	0.399 Mähdrescherdichte (Var.24)
	0.385 Landw.Nutzfläche (Var.7)
-0.325 Waldfläche (Var.17)	
-0.314 Weiden (Var.13)	
-0.310 Beschäft. im 3.Wirtschaftssekt.(Var.30)	
	0.262 Bevölkerungsdichte (Var.4)
	0.254 Rebbaufäche (Var.10)
	0.216 Landw.-unprod.Fläche (Var.27)
	0.195 Landwirtschaftsbetriebsdichte (Var.5)
-Die Korrelationen der übrigen Variablen sind kleiner als 0.176 und damit nicht mehr signifikant.	

Obige Faktorenstruktur zeigt eine grosse Aehnlichkeit mit derjenigen des Bergfaktors von Kapitel A (1.Hauptachse). Die Korrelationen der Höhenlage und der "Mittleren jährlichen Niederschlagsmenge" haben nur minim abgenommen, bleiben jedoch die höchsten. Diejenige der Reliefeenergie hat sich dagegen leicht vergrössert. Mit dem ersten Bergfaktor hat der neue (3.Bergfaktor) aber auch die hohen, wenn auch etwas geringeren Korrelationen auf dem entgegengesetzten Pol, gebildet aus den Ackerbauvariablen, gemeinsam. Die Merkmale "Anteil der Wieslandfläche", "Dichte der hauptberuflich geführten Landwirtschaftsbetriebe" sowie "Anteil der Tabakanbaufläche"



DRITTE BERGGEBIETSABGRENZUNG



verbleiben im "nichtsignifikanten Korrelationsbereich" (Korrelationen kleiner als 0.176); sie wurden deshalb in obiger Darstellung nicht aufgeführt.

Mit dem zweiten Bergfaktor hat der dritte die etwas stärkere Betonung der Reliefenergie und die entsprechend kleinere des Ackerbaus gemeinsam. Hingegen haben beim dritten Bergfaktor besonders die landwirtschaftlichen "Mechanisierungsvariablen" (Var. 21-24) an Bedeutung gewonnen.

Von den neu hinzugenommenen Merkmalen (28-34) liefern alle, mit Ausnahme der Variablen 30 keinen Beitrag zum neuen Bergfaktor, da ihre Korrelationen mit demselben nicht mehr signifikant sind. Die Variable 30, "Anteil der im tertiären Wirtschaftssektor Beschäftigten", ist allerdings auch nur unbedeutend am Aufbau des Faktors beteiligt. Dass sie überhaupt zu einem kleinen Einfluss gelangte, dürfte auf die verhältnismässig grössere Bedeutung des Gastgewerbes im Berggebiet zurückzuführen sein.

Die nachstehende Tabelle vergleicht nun die drei in dieser Arbeit erhaltenen Bergfaktoren (I., II und III) bezüglich der Zusammensetzung ihres Informationsgehaltes:

Bergfaktor	Informationsgehalt (Eigenwert)		Variablenzusammensetzung	
			phys.-geograph.	andere
I. Eine Hauptachse	8.630	(100 %)	2.164 (25.1 %)	6.460 (74.9 %)
II. 1.Diskriminanzfaktor (aus 27 Variablen)	8.068	(100 %)	2.145 (26,5 %)	5.923 (73.5 %)
III. 1.Diskriminanzfaktor (aus 34 Variablen)	8.835	(100 %)	2.174 (24.6 %)	6.662 (75.4 %)

Die auf dem neuen Diskriminanzfaktor (analog wie bei den beiden früheren Abgrenzungen) ausgeführte Regionalisierung ergab eine Berggebietsgrenze, die, wie aus Karte 5 ersichtlich ist, zwischen den Regionen 2 und 3 verläuft. Letztere entsprechen den beidseitigen Uebergangsgebieten. Im neuen Berggebiet befindet sich keine von den Gemeinden, die in der Regionalisierung im vorhergehenden Abschnitt die kleinste Mutmasslichkeit für die Region 1 besass. Es umfasst somit von Karte 4 die ganze Region 1, einen Teil der Region 2 (ohne die Gemeinden Wittenbach, Gossau, Flawil, Oberuzwil, Wilen bei Wil, Wiezikon, Wila, Hinwil, Jona, Altstätten und Eichberg) und die Gemeinde Buchs aus der Region 5.

Wie die nachstehende Tabelle verdeutlicht, variieren die drei Berggebietsgrenzen nur innerhalb eines sehr engen Raumes (19 von 217 Gemeinden) in der Uebergangszone. Dabei bedeutet ein = : liegt im Berggebiet; ein - : liegt nicht im Berggebiet.

Gemeinde	1.Abgrenzung	2.Abgrenzung	3.Abgrenzung
Wiezikon	-	=	-
Rorschach	-	=	-
Kyburg	-	=	-
Wila	=	=	-
Jona	=	-	-
Eichberg	=	-	-
Eschenbach	=	-	=
Bichelsee	=	-	=
Kirchberg	=	-	=
Bütschwil	=	-	=
Ganterswil	=	-	=
Herisau	=	-	=
Stein	=	-	=
Gaiserwald	=	-	=
Eggersriet	=	-	=
Rorschacherberg	=	-	=
Wolfhalden	=	-	=
Lutzenberg	=	-	=
Walzenhausen	=	-	=

D) SCHLUSSBETRACHTUNG

Durch die vorangehenden Untersuchungen wurde gezeigt, dass mit rein mathematisch-statistischen Methoden eine Berggebietsgrenze festgelegt werden kann. Diese stimmt mit den bereits bekannten Abgrenzungen mehr oder weniger überein. Je nach der Methode weichen zwar die errechneten Grenzen etwas voneinander ab, da bei den zwei letzten Methoden zwei resp. drei Faktoren verwendet wurden und erst dann nach einer Regionalisierung die Abgrenzung durch einen Diskriminanzfaktor bestimmt wurde. Gesamthaft betrachtet sind jedoch diese Unterschiede gering. Die Zone, innerhalb deren diese Abweichungen auftreten, müsste man als Grenzzone bezeichnen. Diese Zonenbildung war zu erwarten, weil es ja bei vage definierten Begriffen praktisch unmöglich ist, eine exakte Grenze zu ziehen.

Da bei der dritten Untersuchung zu den 27 Berggebietsinformation enthaltenden Variablen noch zusätzlich sieben berggebietscharakter-fremde Variablen verwendet wurden, ohne dass sich dadurch eine wesentliche Änderung der Berggebietsgrenze ergab, darf daraus geschlossen werden, dass die Nichtberggebietsinformation in den Variablen keinen Einfluss auf die Berggebietsabgrenzung hat, sofern erstere die Gesamtinformation bezüglich Berginformation nicht übertrifft.

Die Grösse der in den Variablen enthaltenen Nichtberggebietsinformation hat aber offensichtlich einen Einfluss bei den Regionalisierungen. Aus der zweiten und dritten Untersuchung ergibt sich nämlich, dass bei Vergrößerung der Nichtberggebietsinformation die Differenzierung im Berggebiet ab, im Tiefland zunimmt.

IV. TEIL

ZUSAMMENFASSUNG

Für die 217 Gemeinden des Testgebietes wurden 27 Merkmale ausgewählt, die über den Bergcharakter irgendwelche Information enthalten. Die Informationen dieser 27 Dimensionen wurden nach speziellen statistischen Ähnlichkeitsbeziehungen (mittels der Methode der Faktorenanalyse) auf eine Dimension generalisiert, welche als eine Messkala für den Berggebietscharakter gedeutet werden konnte. Mit Hilfe dieses komplexen Masses wurde eine Typisierung der Gemeinden vorgenommen. Es ergaben sich deutlich nur zwei Hauptgruppen, welche sich dem Berggebiet respektiv dem Tiefland zuordnen liessen. Die beiden Hauptgebiete konnten zusätzlich noch in je drei Unterregionen gegliedert werden, die jedoch für die gestellte Aufgabe von nebensächlicher Bedeutung sind.

In der zweiten Untersuchung erfolgte eine Generalisierung derselben Grundinformation auf zwei Dimensionen. Mit diesem erweiterten zweidimensionalen und damit mehr auf die Landwirtschaftsstruktur verlagerten Masssystem wurde ebenfalls eine Typisierung (Regionalisierung) ausgeführt. Es ergaben sich nicht mehr so ausgeprägt zwei Hauptregionen, sondern fünf, wobei zwei als Berggebiet, zwei als Tiefland und eine als Uebergangsregion beurteilt werden mussten.

In einer dritten Untersuchung wurde die Grundinformation um sieben berggebietscharakter-fremde Merkmale erweitert. Mit einem auf drei Dimensionen generalisierten Masssystem ergab eine Typisierung erneut fünf Regionen, wobei die eine als Bergregion, die andere als Uebergangsgebiet und die drei übrigen als Tiefland zu erkennen waren. Die beiden letzten Untersuchungen zeigen, dass je kleiner der Anteil der Berggebietsinformation an der Gesamtinformation bei der Typisierung (Regionalisierung) ist, desto kleiner wird die Differenzierung im Berggebiet, aber um so grösser im Tiefland. (Eine Regionalisierung, die ausserhalb dieser Arbeit mit sechs Dimensionen ausgeführt wurde, ergab ein einziges Berggebiet von ungefähr gleich-grossem Umfang und sechs weitere Regionen.)

Anschliessend an die zweite Untersuchung wurden durch ein statistisches Verfahren die fünf auf ursprünglich 27 Dimensionen festgelegten Regionen in fünf auf vier Dimensionen verankerte Räume (Regionen) übergeführt, von denen zwei Dimensionen nachträglich noch vernachlässigt werden durften. Bei der dritten Untersuchung wurde dasselbe Verfahren ebenfalls ausgeführt. Dabei musste von den vier Dimensionen nur eine vernachlässigt werden. Bei beiden Untersuchungen konnte jedesmal die erste der übrigen Dimensionen als eine Messkala für den Bergcharakter gedeutet werden. Eine Regionalisierung auf jeder dieser beiden neuen Skalen ergab eine Abgrenzung des Berggebietes, wie sie schon durch die erste Untersuchung (im wesentlichen) festgelegt war.

Da in der zweiten Untersuchung relativ weniger "Berginformation" als bei der ersten und in der dritten noch weniger als in der zweiten verwendet worden ist, für alle drei Untersuchungen jedoch die Berggebietsabgrenzung im wesentlichen übereinstimmt, muss man aus den beiden letzten Untersuchungen schliessen, dass mit den angewendeten Methoden eine Berggebietsabgrenzung auch dann möglich wäre, wenn lediglich genügend viele mit dem Berggebietscharakter irgendwie zusammenhängende Merkmale verwendet werden, selbst dann, wenn diese an sich auch nicht besonders viel Berginformation enthalten.

Die Hinzunahme oder grössere Berücksichtigung von Nichtberggebietsinformation bei den einzelnen Untersuchungen führt offensichtlich nur zu einer grösseren Differenzierung des Tieflandes.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Anderson, T.W.: An Introduction to Multivariate Statistical Analysis; Chapter 6; John Wiley and Sons, New York, 1958.
2. Berry, J.L.: Essays on commodity flow and spatial structure of the Indian economy; Research Paper 111; Department of Geography, University of Chicago, 1966.
3. Berry, J.L. and Marble, D.F.: Regionalization; in: Spatial Analysis, p. 387-428, Prentice-Hall, 1968.
4. Blumenthal, L.M.: Theory and Application of Distance Geometrie. Oxford Clarendon Press, 1953.
5. Boesch, H.: Wirtschaftsgeographischer Atlas, S. 15; Kümmerly und Frey, Bern, 1968.
6. Bryan, J.G.: The Generalized Discriminant Function: Mathematical Foundation and Computational Routine; Harvard Educational Review 21, 2, p. 90-95.
7. Cooley, W.W. and Lohnes, P.R.: Multivariate Procedures for the Behavioral Sciences; p. 117-133; Wiley, 1962, New York.
8. Demirmen, F.: Multivariate Procedures and Fortran IV Program for Evaluation and Improvement of Classification; Computer Contributions, Nr. 31, State Geological Survey, Lawrence 1969.
9. Dixon, W.J.: BMD Programs Manual, University of Berkley Press, UCLA 1964.
10. Flückiger, H.: Gesamtwirtschaftliches Entwicklungskonzept für das Berggebiet; Bern 1970.
11. Friedman, H.P.: On some invariante Criteria for Grouping Data; Journal of the American Statistical Association, 62, p. 1159-1178, (1967).
12. Guttersohn, H.: Relief und Flusssdichte, Diss., Zürich, 1932.
13. Harman, H.H.: Modern Factor Analysis; Chicago University Press, 1968.
14. Hope, K.: Methods of Multivariate Analysis; University of London Press Ltd., London 1968.
15. IBM: Scientific Subroutine Package, IBM Publications.
16. Kendall, M.G.: A Course in Multivariate Analysis, p. 105-116; Charles Griffin & Co., London 1957.

17. Kilchenmann, A.: Untersuchungen über fremdenverkehrs- und wirtschaftsgeographische Struktur der Gemeinden im Kanton Graubünden (Schweiz); Juris Verlag, Zürich 1968.
18. — Statistisch/analytische Arbeitsmethoden in der regionalgeographischen Forschung; Untersuchungen zur Wirtschaftsentwicklung von Kenya und Versuch einer Regionalisierung des Landes auf Grund von thematischen Karten. Ann Arbor, Michigan 1970.
19. Kilchenmann, A. und Mörgeli, W.: Typisierung der Gemeinden im Kanton Zürich mit Multivariaten Statistischen Methoden auf Grund ihrer Wirtschaftsstruktur; Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, 1970.
20. King, J.L.: Statistical Analysis in Geography; Prentice-Hall, 1969.
21. Krebs, N.: Mass und Zahl in der physischen Geographie; Herman Wagner Gedächtnis Zeitschrift, Ergänzungsheft 209 zu Petermanns Mitteilungen, 1932.
22. Kreyszig, E.: Statistische Methoden und ihre Anwendungen; Kapitel 16; Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen 1968.
23. Lankford, P.M.: Regionalization: Theory and Alternative Algorithms; in: Geographical Analysis. Ohio State University Press, vol. 1, No. 2 (1969), p. 196-212.
24. Linder, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure; Birkhäuser Verlag, Basel 1964.
25. Maelten van, M.: The Degrees of Urbanity: A Factor analytical Approach as Applied to Belgium. Katholieke Universiteit Leuven, Onderzoekscentrum voor Ruimtelijke ordening, 1971 (Manuskript).
26. Neuenschwander, E.: Die Abgrenzung der Berggebiete in der Schweiz; CEA 1963, Cueno (unveröffentlichtes Manuskript).
27. Rao, C.R.: Advanced Statistical Methods in Biometric Research, Chapter 8; Wiley, New York, 1952.
28. Ryser, W.: Die Abgrenzung des Berggebietes bei der Durchführung von Massnahmen des Bundes zugunsten der Bergbevölkerung; Sonderdruck SAB-Verlag, Brugg 1959.

29. Rulon, P.J.: Distinction Between Discriminant and Regression Analysis and a Geometric Interpretation of the Discriminant Function; Harvard Educational Review 21, p. 80-90; 1951.
30. Schläpfer, A.: Die Berechnung der Reliefenergie und ihre Bedeutung als graphische Darstellung. Diss. Uni. Zürich 1938.
31. Sokal, R.R.: Distance as a Measure of Taxonomic Similarity; Systematic Zoology, 10, p. 70-79, 1961.
32. Sokal, R.R. and Sneath, P.H.: Principles of Numerical Taxonomy; W.H. Freeman & Co., San Francisco, 1963.
33. Steiner, D.: A Multivariate Statistical Approach to Climatic Regionalization and Classification; Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Leiden 1965.
34. Steiner, D.: Die Faktorenanalyse; Geographica Helvetica, 1965.
35. Stone, R.: Comparison of the Economic Structure of Regions Based on the Concept of Distance; in: Journal of Regional Science, 2 (1966), p. 1-20.
36. Tatsuoka, M.: Selected Topics in Advanced Statistics. An Elementary Approach: Discriminant Analysis, The Study of Group Differences; IPAT, Toronto 1970.
37. — Multivariate Analysis, Techniques for Educational and Psychological Research, John Wiley & Sons, Toronto 1971.
38. Tiedeman, D.V. and Bryan, J.G.: Prediction of College field of Concentration; Harvard Educational Review 24, p. 122-139; 1959.
39. Ueberla, K.: Faktorenanalyse. Eine systematische Einführung für Psychologen, Mediziner, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler; Springer Verlag, Berlin 1968.
40. Veldman, D.J.: Fortran Programming for the Behavioral Sciences; p. 268-280; Holt, Rinehart and Winston, New York 1967.
41. Verband der europäischen Landwirtschaft: Bericht zur 11. Arbeitstagung in Krems, Oesterreich; Brugg 1959.
42. Ward, J.H.: Hierarchical clustering schemes; in: Psychometrica, vol. 32, p. 241-254.
43. — Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function; Journal of the American Statistical Association.

44. Weber, E.: Grundriss der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner; Jena 1957.
45. Wilks, S.S.: Mathematical Statistics; John Wiley and Sons, Inc., New York 1967.
46. Whyte, P.A.: The Computation of Eigenvalues and Eigenvectors of a Matrix; Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics, 1958, 6 (2), p. 393-437.

CURRICULUM VITAE

von Werner Mörgeli, geboren am 9. August 1943 in Winterthur, Bürger von Winterthur.

Nach dem Besuch der Primarschule in Urdorf, trat ich in die Mittelschule Athenaeum Zürich über und bestand im Herbst 1962 die Eidgenössische Maturität (Typus B). Darauf immatrikulierte ich mich an der philosophischen Fakultät II der Universität Zürich. Nach den Vorprüfungen in Botanik, Mathematik, Zoologie und Wirtschaftsgeographie erhielt ich im Schuljahr 1967/68 an der Kantonalen Handelsschule am Technikum Winterthur eine Hilfslehrerstelle. Im Herbst 1968 wurde ich im Umfang einer Halbtagsstelle als Assistent am Geographischen Institut in Zürich angestellt und erhielt Ende des Jahres das Diplom als Naturwissenschaftler (Schlussprüfung mit Geographie und Geologie). Danach arbeitete ich nebst meiner halben Assistentenstelle an der vorliegenden Dissertation. Im Herbst 1971 bot sich mir Gelegenheit, eine vollamtliche Assistentenstelle bei Herrn Prof. Parry an der McGill University in Montreal (Canada) anzutreten. Ende Juli 1972 kehrte ich in die Schweiz zurück, um meine Dissertation abzuschliessen. Nebenbei bin ich gegenwärtig als Hilfslehrer an der Mittelschule Athenaeum Zürich tätig.

Vorlesungen und Uebungen besuchte ich bei folgenden Dozenten:

- | | |
|--------------------|---|
| Geographie: | Prof. Dr. H. Boesch, Prof. Dr. G. Furrer, Prof. Dr. H. Häfner, Prof. Dr. D. Steiner, Prof. Dr. K. Suter, Prof. Dr. M. Schüepp, Prof. Dr. W. Guyan, Dr. G. Gensler, Dr. H. Andresen, Dr. K. Henking, Prof. Dr. M. Steffen. |
| Geologie: | Prof. Dr. Gansser, Prof. Dr. Trümpy, Prof. Dr. Dal Vesco, Prof. Dr. Hantke, Dr. Jäckli, Dr. Dünner. |
| Zoologie: | Prof. Dr. Hadorn, Prof. Dr. Burla, Prof. Dr. Chen. |
| Mathematik: | Prof. Dr. van der Waerden, Prof. Dr. Burkhardt, Prof. Dr. Ginsburg (ETH). |
| Botanik: | Prof. Dr. Rutishauser, Prof. Dr. Wanner. |
| Datenverarbeitung: | Prof. Dr. Bauknecht. |
| Didaktik: | Prof. Dr. Woodtli, Prof. Dr. Widmer, Prof. Dr. Steffen, Dr. Hegetschweiler. |
| Ferner: | Prof. Halpérin, Prof. Silberschmidt, Prof. Huber (ETH). |

